9•2013

www.radio.ru



АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Доработка сварочного аппарата

• Моделирование работы АС с помощью компьютера
• Блоки питания для "люстры Чижевского"
• СДУ на микроконтроллере
• УКВ рамочная антенна

...и ещё 24 конструкции

9
2013

ISSN-0033-765X
13009
9 770033 765009

АН13



УКВ чемпионат и первенство страны — в поле и на стадионе

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA),
г. Коломна Московской обл.

В начале июля в Липецкой области состоялись два самых главных спортивных мероприятия года по радиосвязи на УКВ — первенство России (среди молодёжи) и очный чемпионат страны. О том, как они проходили, рассказывает член президиума Союза радиолюбителей России Игорь Григорьев (RV3DA), который в этом году был главным спортивным судьёй молодёжного первенства страны.

(см. статью на с. 57)



Чемпионат Российской Федерации по радиосвязи на ультракоротких волнах 2013 года открыт!



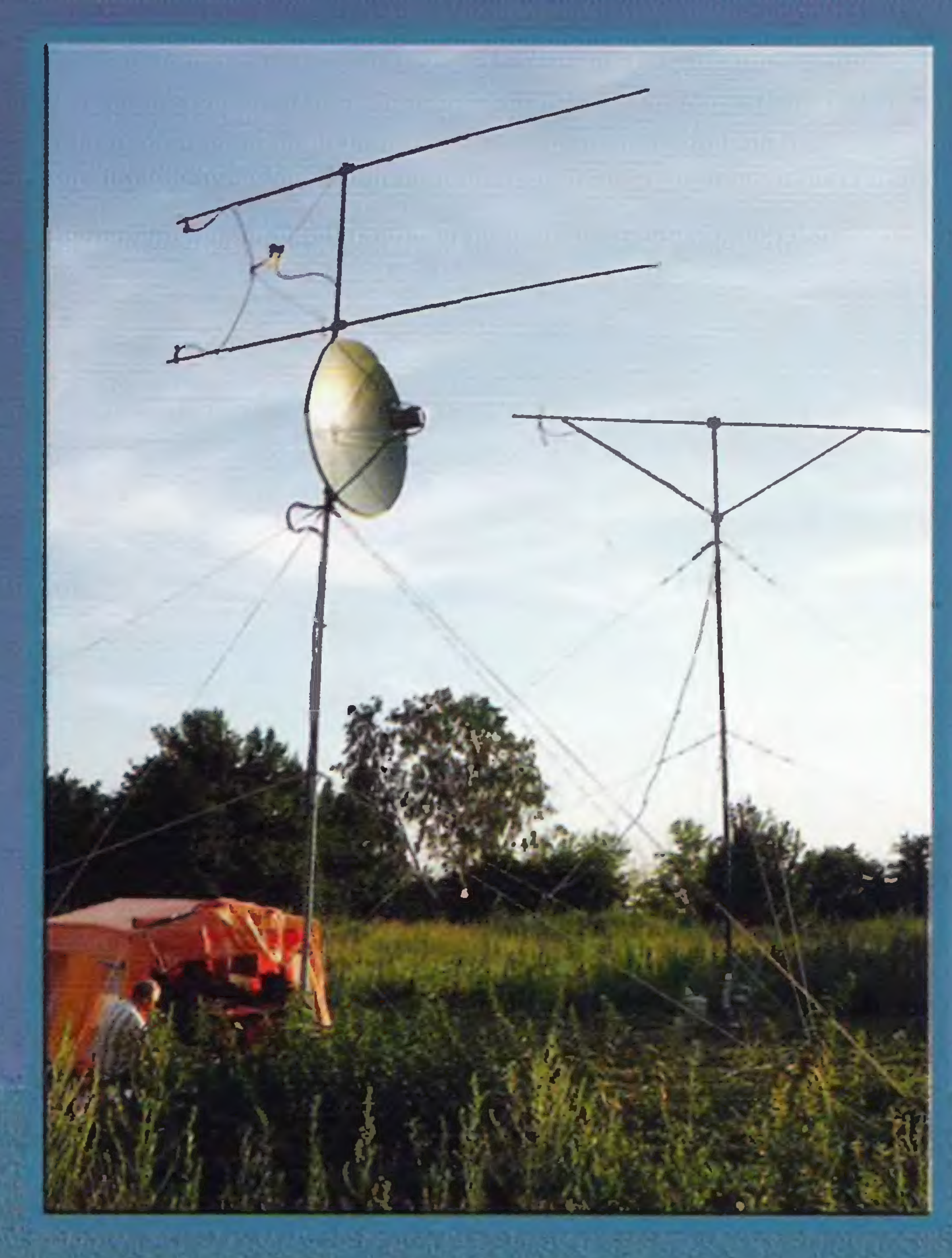
Чемпионом страны в этом году стала команда Краснодарского края, в составе которой выступали Николай Арцивенко (UA7C) и Виталий Конутенко (RA6A).



За Орловскую область выступали Владимир Фетисов (RA3EG) и Валерий Чикин (R3EA). Эта команда в упорном соперничестве с москвичами вышла на второе место.



Известные коротковолновики Юрий Хмеленко (RL3FT) и Максим Пустовит (RV3BA) показали, что и УКВ-связь им по плечу. Команда Москвы заняла третье место.



Вот так примерно выглядят рабочие позиции участников очного чемпионата страны по радиосвязи на УКВ. На этом фото — позиция команды Липецкой области.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Доработка сварочного аппарата (см. статью на с. 39).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

КАРМАННЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ
БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПАЯЛЬНОЙ СТАНЦИИ
ИНДИКАТОР ИЗЛУЧЕНИЯ СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА
ПЛАВНЫЙ ПУСК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Тираж журнала «Радио» № 8 сдан для рассылки подписчикам 01.08.2013 г.

Вышли в свет новые книги



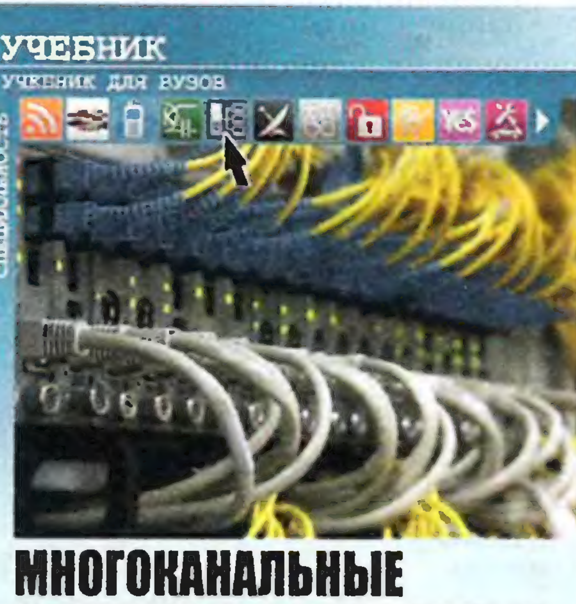

В. В. Баринов, А. В. Благодаров, Е. А. Богданова, А. Н. Пылькин, Д. М. Скуднев

Технологии разработки и создания компьютерных сетей на базе аппаратуры D-LINK. Учебное пособие для вузов /В. В. Баринов, А. В. Благодаров, Е. А. Богданова и др. — М.: Горячая линия — Телеком, 2013. — 216 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0287-9.

Доступно изложены вопросы теории и практики построения компьютерных сетей. Раскрыты основные понятия, принципы построения, особенности архитектуры компьютерных сетей, а также рассмотрены различные сетевые технологии. Приведены все практические сведения, необходимые читателю для самостоятельного построения, конфигурирования и защиты от несанкционированного доступа беспроводных сетей Wi-Fi на базе популярного оборудования D-LINK.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению "Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем". Будет полезна специалистам в области разработки и эксплуатации компьютерных сетей, а также широкому кругу читателей, использующих компьютерные сети в повседневной практике.





Гордиенко В. Н., Тверецкий М. С.

Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов. — 2-е издание, испр. и доп. — М: Горячая линия — Телеком, 2013. — 396 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0251-0.

Изложены базовые принципы построения цифровых многоканальных телекоммуникационных систем, рассмотрены особенности работы оборудования цифровых систем передачи плезиохронной и синхронной цифровой иерархий. Рассмотрены вопросы нормирования качества передачи информации по цифровым каналам и трактам, а также особенности применения цифровых систем передачи на современных и перспективных телекоммуникационных сетях, ориентированных на использование волоконно-оптических линий связи.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 210700 —"Инфокоммуникационные технологии и системы связи" и направлению подготовки дипломированных специалистов 210400 — "Телекоммуникации", может быть полезен студентам колледжей телекоммуникационного направления.

Научно-техническое издательство «Горячая линия — Телеком»
Справки по тел.: (495) 737-39-27, WWW.TECHBOOK.RU



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, Б. С. ИВАНОВ, С. Н. КОМАРОВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН, Б. Г. СТЕПАНОВ (первый зам. гл. редактора), В. В. ФРОЛОВ

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ

Обложка: В. М. МУСИЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10

Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13

E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48

Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**

Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 16.08.2013 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 13-08-00213.

От Интернета вещей — к вещам из Интернета

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

> ***Современный бизнес: создаём проблему... решаем проблему... Живём на разницу!***

Технологии, которые изменят мир

Собственно, технологии и так всегда меняют мир вокруг нас. Недавно учёные из Массачусетского технологического института (MIT) опубликовали очередной список из десяти технологий, которые уже практически готовы к внедрению и вскоре в очередной раз самым серьёзным образом изменят жизнь людей на планете. Эти технологии смогут расширить возможности человека и решить наиболее сложные и актуальные проблемы, которые вы только можете себе представить.

"Глубокое" машинное обучение. Благодаря наличию и доступности колоссальных вычислительных ресурсов современные компьютеры могут распознавать объекты и переводить речь в режиме реального времени. Искусственный интеллект (которого, по сути, пока ещё нет) может сильно поумнеть и тогда будет легко общаться с человеком.

Ультраэффективная солнечная энергия. Увеличение в два и более раз эффективности преобразователей солнечной энергии полностью изменит экономику возобновляемой энергии. Уже существуют разработки, которые могут сделать это возможным.

Больше данных с дешёвых телефонов. Сбор и анализ информации с простых сотовых телефонов могут дать неожиданные подробности о передвижении и поведении популяции "венца эволюции", а также помогут понять, к примеру, принципы распространения его болезней.

Временные социальные сети. Сообщения, которые быстро самоуничтожаются, могут повысить секретность общения через Интернет и позволят людям быть более открытыми. Но вот обрадует ли это тех, кто привык шарить по чужим персональным данным?

"Умные" часы. Разработчики часов из компании Pebble поняли, что мобильный телефон можно сделать намного удобнее, если не доставать его из кармана. Устройство поступило в продажу в 2013 г. Часы связываются с iPhone и могут выводить различные данные. Компания Apple собирается выпускать похожие устройства.

Имплантанты памяти. Некоторые биологи считают, что смогли расшифровать код, посредством которого мозг формирует долгосрочную память. Благодаря имплантантам, являющимися хранилищами данных, люди не только смогут сохранить воспоминания после различных травм, но вообще продублировать всю свою память, как это описывается в книге С. Лема "Сумма технологии". Но будет ли это шаг к бессмертию, пока неясно.

Самообучаемые роботы. Промышленный робот Baxter, созданный в 2012 г. компанией Rethink Robotics, представляет собой новый тип машин. Его создатели уверяют, что Baxter не требует сложного программирования и дорогостоящей интеграции в промышленные процессы — достаточно поставить его рядом с производственной линией, и он сам поймёт, что ему нужно делать. Робот может выполнять различные несложные операции.

Расшифровка ДНК плода. Следующей революцией в изучении генома человека станет расшифровка ДНК плода, благодаря чему родители смогут узнать о генетических предрасположенностях своего ребёнка ещё до его рождения.

Суперэнергосеть. Это глобальная электросеть, которая позволит торговать электрической энергией из возобновляемых источников на больших расстояниях. Кажется, именно этого хотел когда-то Никола Тесла, но, как пред-

ставляется, он бы вряд ли одобрил предлагаемую технологию (а именно, создать мощные преобразователи постоянного тока, который и будет передаваться по суперсети), которую продвигал когда-то его неудачный конкурент Т. Эдисон. Правда, быть может, специалисты MIT изобрели-таки через 100 лет что-то прорывное...

3D-печать. Быстрый прогресс в считавшейся ещё недавно чистой фантастикой индустрии 3D-печати и 3D-сканировании обещает столь много революционного не только в технологии, поэтому далее мы будем говорить только об этом. Право, оно того стоит. Вот, к примеру, американская компания General Electric, одна из крупнейших производителей разнообразного оборудования в мире, вот-вот приступит к выпуску деталей для авиадвигателей с использованием технологии 3D-печати. Это позволит снизить вес и расходы на топливо. Впрочем, не проходит и дня, чтобы СМИ нам не рассказали о всё новых и новых вещах, напечатанных с помощью 3D-принтеров. Эта технология может стать ключевой для обеспечения уверенного экономического роста (для тех, кто её не прозевает). К примеру, имея дома 3D-принтер, можно заказывать в интернет-магазинах множество виртуальных моделей различных товаров, материализуя их на месте. Так получается уже несколько другой взгляд на интернет-торговлю, когда электронные торги идут с виртуальными товарами, а всё остальное (т. е. "материализация духов и раздача слонов") делается непосредственно у потребителя или в специальных пунктах коллективной 3D-печати (например, на почте).

И это всё о ней

Мы давно и с удовольствием говорим о глобальном информационном обществе (особенно в больших городах), однако всегда чётко понимали, что быстрый информационный обмен — это, конечно, хорошо, но, однако, одной лишь информацией не накормишь голодных и не оденешь раздетых. И так было, пока не возникла новая реальность благодаря развитию 3D-печати, проникшей в системы автоматического проектирования (САПР). В результате онлайновые САПРы скоро самым невероятным образом изменят мир, когда кнопка "Произвести" будет находиться в каждом браузере и каждый может стать "Творцом". Всё может быть отсканировано в 3D и выведено на объёмную печать. Собственно, речь идёт о создании реальной копии отсканированной или виртуальной модели. С точки зрения информационно-коммуникационной технологии это будет воистину принципиально новый взгляд на универсальную услугу, которая может быть доставлена в любую точку планеты по каналам связи благодаря Всеобъемлющему Интернету. Онлайновые САПР помогут печатать еду, одежду, жильё и всё остальное, что придёт в голову "Творцу".

Итак, на 3D-принтере теперь можно распечатать объёмную 3D-модель чего угодно. Принцип работы более всего схож с работой традиционного струйного принтера. Вместо нанесения чернил из печатающей головки в 3D-принтере связующее вещество через печатающую головку наносится на очередной тонкий слой вещества, создавая одно сечение объекта. Ну а потом создаётся следующее сечение. Если представить себе модель, нарезанную на слои толщиной в одну десятую миллиметра, то каждый такой срез будет выглядеть плоским, как если бы мы напечатали его на простом принтере. Но если затем все эти слои сложить и склеить все вместе, получится объёмная модель. Разумеется, для каждого вида изделий используются свои принтеры и расходные материалы (от гипса и специального пластика до стволовых клеток).

Самый незатейливый 3D-принтер использует специальные клеящие "чернила", а вместо бумаги — гипсовый порошок. Но вначале из плоского изображения модели или предмета необходимо сделать объёмное с помощью любой программы 3D-моделирования. На основе двухмерного изображения художник создаёт виртуальную модель будущего предмета с заданием цветов и текстуры.

Когда виртуальная модель загружается для печати, принтер начинает ровнять специальным валиком порошок, который станет основой модели (аналог загрузки листа бумаги в обычный принтер). Далее за дело берётся печатающая головка, которая перемещается над поверхностью порошка. В тех местах, где должна появиться модель, головка наносит на порошок слой клея. В результате в этих местах порошок склеивается, а в остальных местах остаётся нетронутым. С каждым новым проходом область печати опускается на одну десятую миллиметра вниз, а валик, забирая очередную порцию порошка из хранилища, равномерно раскатывает его по поверхности. Когда печатающая головка наносит порошок в место, где должна быть цветная поверхность, к клею примешиваются самые обычные цветные чернила из самого обыкновенного картриджа для струйного принтера.

Процесс печати небыстрый, и модель "растет" со скоростью порядка 2 мм/мин. Но это всё равно быстрее, чем попробовать делать то же самое любым другим способом. Когда печать закончена, лишний порошок ссыпается в бункер. Окончательная очистка от остатков порошка производится в специальной камере сжатым воздухом. Чтобы придать хрупкой модели прочность, её нужно покрыть специальным составом. Чаще всего используется эпоксидная смола или воск. Сложные модели создаются из отдельно печатаемых деталей, которые соединяют потом с помощью других технологий — болтами, клеем, скрепками и пр.

К другим технологиям 3D-печати относятся лазерная стереолитография (Laser Stereolithography, SLA), когда объект формируется из специальной жидкой пластмассы, которая затвердевает там, где на неё попадает лазерное излучение (или излучение ртутных ламп), при этом сам объект погружается в фотополимер на толщину одного слоя, чтобы лазер мог приступить к формированию следующего. При селективном лазерном спекании (Selective Laser Sintering, SLS) объект формируется из плавкого порошкового материала (пластик или металл) путём его плавления под действием луча лазера.

В целом технология 3D-печати стала в последнее время более доступной для значительно большего числа людей, чем раньше, а скоро их станет ещё больше. Сегодня 3D-моделирование является важным и даже незаменимым, если речь заходит о создании сложных по форме и конструкции объектов. При этом вначале профессиональный дизайнер строит точную объёмную компьютерную модель изделия. Кстати, готовая 3D-модель по своей точности значительно превосходит любую конструкцию, выполненную в виде чертежей на бумаге. И ещё до отправки в работу её можно увидеть в виде объёмного изображения на экране компьютера, внимательно рассмотреть и при необходимости скорректировать до начала печати.

Программы с "распечатками" различных изделий уже сегодня можно купить у специализированных компьютерных компаний, в том числе в Интернете, а можно заказать изготовить любую деталь по вашим чертежам! Например, уже были напечатаны оригинальной конструкции велосипед, автоматическая винтовка AR-15, выдержавшая 200 выстрелов, а всевозможные пуговицы, заколки, посуду, игрушки и скульптуры — это вообще не проблема. Нетрудно предположить, что в этом мире продаж виртуальных моделей скоро появятся и свои надёжные бренды, и свои халтурщики — производители виртуального контрафакта (распечатал, а она не похожа или развалилась), и свои мошенники.

Сопутствующий сервис и рынок

В мире 3D-технологий есть свои производители оборудования и сервисов, виртуальных моделей и расходных материалов. Их задача — максимально упростить использование 3D-печати, и это находит соответствующий отклик на рынке. Вот лишь несколько штрихов...

Компания 3D Systems, производитель промышленных и массовых 3D-принтеров, подорожала за 2012 г. на 270 %.

В числе высокотехнологичных экспонатов, представленных на международной ярмарке технологий в Шанхае, особый успех имел китайский 3D-принтер, с помощью которого можно достаточно быстро воспроизвести любой предмет, от молотка до микроволновой печи. Его стоимость составляет всего 6800 юаней (немногим более 1000 долл. США). По словам представителя компании Shaanxi Hengtong Intelligent Machine, новые технологии изготовления помогут сократить производственный цикл и дадут больше возможностей в персона-



лизации потребностей. К тому же машины такого класса европейского производства стоят намного дороже. Китай планирует увеличить производственную мощность отечественных технологий 3D-печати. В декабре заместитель министра промышленности и информационных технологий Китая Су Бо высказался за использование налоговых стимулов для ускорения исследований и разработок в области технологии 3D-печати.

Стартап Essential Dynamics ориентирован на изготовление продуктов питания. Основная цель проекта — создание недорогого (1000 долл. США, в перспективе — не более 700 долл. США) принтера, который будет изготавливать кулинарные и кондитерские изделия методом послойной печати. Сам изобретатель поедает образцы без опаски, но комбинация желеобразной пасты и ароматизаторов с красителями не у всех вызывает доверие.

Кстати, UP! 3D Printer Plus и UP! 3D Printer Mini — одни из самых дешевых 3D-принтеров (69900 и 39900 руб. соответственно) уже продаются в России. Ещё есть X-Gen 1.0 (80000 руб.), The Cube (от 50000 до 80000 руб., в зависимости от комплектации) и семейство портативных 3D-принтеров Solidoodle (40000...70000 руб.). В них в качестве материала для печати используется АБС или PLA-пластик.

Что касается любителей "сделай сам", то существует проект RepRap, целью которого является изготовление самовоспроизводящихся 3D-принтеров. Большинство деталей действительно напечатаны на таком же принтере, остальные запчасти приобретаются в специализированных интернет-магазинах. Нечто похожее было описано у А. Днепрова в книге "Крабы идут по острову".

В конце мая 2013 г. сервис Tinkercad, предназначенный для создания трёхмерных моделей в браузере и их материализации посредством 3D-печати, был приобретён компанией Autodesk. Tinkercad создан с использованием технологии WebGL, которая делает возможным отображение трёхмерной графики в браузере. Для работы с сервисом не требуется устанавливать никаких дополнительных приложений, достаточно лишь браузера, поддерживающего WebGL (Chrome, Firefox). Пользователи могут создавать трёхмерные модели в окне браузера, сохранять проекты на сервере или же загружать их на жёсткий диск в виде файлов формата STL. Кроме этого, Tinkercad работает с несколькими сервисами трёхмерной печати (Ponoko, Shapeways и i.Materialise) и принтерами MakerBot. После поглощения сервиса в бесплатных учётных записях появилась возможность создания неограниченного числа сцен, включён импорт и экспорт.

В общем, если вы, одеваясь на работу, обнаружили, что потеряли пуговицу от рубашки, то теперь её можно быстро воссоздать прямо в браузере и распечатать. Согласитесь, ещё вчера это была хоть и бытовая, но фантастика.

Безопасное творчество

В частном пользовании такая техника (способная печатать не только гипсовые поделки) вряд ли скоро станет слишком массовой, но вот на корпоративном уровне службе информационной безопасности придётся обратить пристальное внимание на то, кто печатает и что именно. Во-первых, одни только расходные материалы могут повлиять на финансовые показатели компании. Во-вторых, офисный "планктон" может напечатать себе что-нибудь запрещённое либо по понятным причинам вообще перестанет бегать в обед по магазинам — в общем, хлопот не оберёшься. Вот у пытавшегося быть Богом дона Руматы Эсторского, к примеру, был малогабаритный полевой синтезатор "Мидас", который печатал из опилок и мусора золотые монеты качеством выше, чем у королевского монетного двора. В-третьих, импортные хакеры могут начать печатать в вашем офисе то, что им запрещает к провозу таможня. Вообще, похоже, что масштаб происходящего в области 3D-печати очень многие пока недооценивают. А зря...

Быль из сказки

Недолгое затишье сменилось периодом активности — появились многочисленные сообщения о вторжении 3D-принтеров в нашу жизнь. Одна японская кофейня внезапно прославилась на весь мир, организовав производство 3D-печати шоколадных голов (примерно 2000 руб. за 1 шт.) клиентов. Голова клиента сканируется, создаётся цифровая копия, которая затем печатается в шоколаде и подаётся на стол (можно попросить завернуть с собой). Если вы помните фильм "Город Зеро", то это прямо оттуда, но на другой технологической базе.

Изготовить на 3D-принтере смартфон пока что невозможно, но простые механические компоненты для него — уже не проблема. Поэтому Nokia, выпустив модель Lumia 820 со сменными задними крышками, разместила в открытом доступе 3D-чертежи, позволяющие самостоятельно изготовить крышку любого цвета.

Сразу два сервиса, Let's Create Pottery и Makies Doll Factory, в марте этого года предложили одну и ту же услугу. Сначала в приложении для мобильного устройства или на сайте создаёшь модель определённого объекта (в первом случае это вазы, во втором — куклы). Инструменты ограничены, полной свободы творчества нет — зато объект получается единственным в своём роде, а интерфейс понятен даже ребёнку (в отличие от позволяющих создать любую трёхмерную модель профессиональных CAD-систем). Создав модель, можно оформить заказ на печать и позже получить по почте настоящую вазу или куклу, сделанную по собственному проекту.

На сетевом сервисе RedEye уже напечатан электромобиль.

Энтузиасты из The Monastery Team создали скрипку, правда, о сравнении со Страдивари речи пока не идёт, но с задачей заставить её "как-то звучать" они справились. Ну а себестоимость в 12 долл. США — весомый стимул для продолжения работы.

Над возможностью печати солнечных панелей на 3D-принтере работала большая группа австралийских учёных. Получена панель, близкая по размеру к формату А3, с хорошими показателями мощности. Теперь можно установить панели в рекламные щиты, элементы уличного освещения и другие объекты городской инфраструктуры или даже встроить их в сумки для ноутбуков, чтобы обеспечить компьютерам резервное питание.

В свободном доступе уже есть ключи от самых распространённых моделей наручников. Недавняя 3D-печать действующей автоматической винтовки вызвала пристальный интерес полиции и Конгресса США, и они успокоились на время лишь после того, как выяснилось, что после нескольких выстрелов она выходит из строя (но ведь иногда достаточно и одного выстрела). И только было успокоились, так получили всемирно доступный пластиковый пистолет и кучу проблем, о которых мы поговорим отдельно.

В одной из клиник Японии предлагают будущим родителям за 1000 долл. США "напечатать" находящегося в чреве матери ребёнка на разных сроках развития.

Печать на 3D-принтере клеток мяса уже анонсировали и американцы, и голландцы.

Шотландские учёные напечатали стволовые клетки, кожу и костный мозг и отрабатывают печать органов — обещана печать искусственной сетчатки глаза, невероятно повышающей зоркость и позволяющей видеть в темноте. Речь идёт о послойной укладке стволовых клеток в определённой комбинации. Такой принтер пока позволяет создавать мягкие ткани и костный мозг, а в перспективе — и целые органы, идеально подходящие для пересадки. Учёные утверждают, что эта технология перейдёт от теории к практике уже через несколько лет. Следует отметить огромный потенциал для косметической медицины, которая в обозримом будущем не будет знать границ точно так же, как и её клиенты.

С помощью трёхмерной печати по данным УЗИ, ЯМР и других методов диагностики уже можно создавать детальные физические модели органов конкретного пациента. Это существенно облегчит подготовку к нетривиальной операции, но такой подход пока не получил широкого распространения. Более сложной считается задача изготовления индивидуальных протезов. Часть из них ограничивается косметической ролью, но большинство испытывают серьёзные механические нагрузки. Чтобы повысить их прочность, в современных протезах суставов оставляют микрополости для миграции собственных клеток костной ткани пациента. Например, компании Lima и Adler изготавливают по такой технологии протезы тазобедренных суставов, уже применяющиеся в клинической практике.

Сотрудники американской компании Organovo научились создавать на 3D-принтере искусственные фрагменты печени. Там вместо красок используются разные типы клеток. Для создания искусственной печени специалисты использовали три типа клеток печени: гепатоциты, звёздчатые клетки (клетки Ито) и, в небольшом количестве, клетки эпителия, выстилающего кровеносные сосуды. Полученные 3D-печатью искусственные ткани предназначены пока для тестирования лекарств, поэтому представляют собой небольшие диски диаметром 4 мм. Гепатоциты уложены в них приблизительно в двадцать слоёв. Как показал анализ, клетки в искусственной ткани начинают образовывать полноценные контакты, производить альбумин и цитохромы, а также выполнять другие функции печени. По словам создателей, трёхмерная искусственная ткань отличается от обычной клеточной культуры более "правдоподобной" реакцией в клинических тестах. Кроме того, она способна автономно существовать целых пять дней, в то время как культуры клеток требуется пересевать каждые два-три дня. Однако пока 3D-печать всё ещё плохо справляется с созданием трёхмерной сети сосудов, но над этим работают.

Вообще-то современные медики долгое время прорабатывали возможность выращивать органы и органеллы, которые затем можно имплантировать человеку. Учёные Принстонского университета создали бионическое ухо, которое не только воспринимает радиоволны, но и может быть напечатано на обыкновенном 3D-принтере, заправив его гидрогелем со стволовыми клетками. Стволовые клетки после печати трансформировались в хрящевую ткань, подобное ухо почти не отличается от обыкновенного человеческого. Отличием является отсутствие слухового канала, через который собственно и проходит звуковой сигнал. Вместо него используется антенна, которая может преобразовывать радиоволны в электрические сигналы. Разработчики уверяют, что абсолютно точно возможно произвести соединение таких электродов с нервными окончаниями человека. Это поможет человеку стать своеобразным радиоприёмником, поскольку обычное человеческое ухо не может воспринимать радиоволны. Теперь учёные пытаются разработать технологию, благодаря которой можно будет изменять воспринимаемые волны, слышать что-то отличное от кодированных радиосообщений (впрочем, а что мешает вживить чипы с целым набором различной радиоаппаратуры).

Материал, который использовали для печати, состоит из гидрогеля, стволовых клеток и частиц серебра. Антенна сформировалась именно из серебра, в то время как ухо было выполнено из гидрогеля. Не стоит думать, что разработки завершились. Учёные всерьёз надеются создать ухо, которое сможет воспринимать акустические сигналы, для чего будет встроено некоторое число сенсоров.

Предполагается, что с приёмом акустических сигналов такие слуховые органы смогут выполнять все функции обыкновенных ушей, их можно будет имплантировать людям с потерей слуха. Развитие 3D-печати позволит производить такие имплантанты практически повсеместно, они не будут отличаться крайне высокой ценой, зато качество продолжит только улучшаться. А с развитием науки и техники, возможно, появятся и другие части тела, которые можно использовать для улучшения качества жизни больных людей. Ну а когда-нибудь можно будет подкорректировать и всё тело в точности, как это делалось в "Открытии себя" Владимира Савченко.

Эндрю Доуд, хирург-стоматолог и специалист по имплантации, изготовил протезы челюстей для своих пациентов на 3D-принтере, а недавно, используя данные компьютерной томографии и результаты трёхмерного сканирования, он создал пациенту, лишённому половины лица, уникальный протез. Восстановлению подверглись не только отсутствующие кости, но и ткани. Получился съёмный протез, представляющий зеркальную копию второй половины лица, он не только позволил пострадавшему нормально питаться, но и прилично выглядеть. Доктор собирается усовершенствовать собственную разработку так, чтобы в будущем печатать подобные протезы не частями, а целиком, — по его мнению, это не только облегчит жизнь некоторым больным, но и сделает процедуру быстрой и доступной.

Весной американскому пациенту установили изготовленный на 3D-принтере имплантат, заменивший 75 % черепа (первый подобный случай в истории). Имплантат был "распечатан" компанией Oxford Performance Materials после того, как с помощью 3D-сканера определили точные очертания головы пациента — 3D-печать хорошо подходит для таких индивидуальных случаев, позволяя сделать объект из термопластика, точнее традиционного титанового. Как заявляет компания, только в США эта технология может помогать 500 пациентам ежемесячно.

Учёные из Гарвардской школы инженерных и прикладных наук разработали Li-ion элемент питания размером с песчинку, который напечатан с помощью 3D-принтера из специальных застывающих чернил с особыми химическими и электрическими свойствами и с ультратонкими электродами, не превышающими толщины человеческого волоса. Этот элемент может питать медицинские импланты, роботов-насекомых, крошечные камеры или микрофоны. В отличие от обычных чернил в струйных принтерах, которые ложатся на поверхность бумаги в виде капель, разработанные учёными чернила появляются на поверхности наподобие зубной пасты из тюбика и сразу же застывают.

Ещё недавно 3D-печать казалась удобным инструментом для создания опытных образцов, моделей и прототипов для последующего воплощения их в дереве или металле — и вот, пожалуйста, заговорили о постройке зданий. Архитектурная студия DUS Architects планирует возвести в Амстердаме дом, печатая его компоненты на гигантском (высотой 3 м) принтере KamerMaker.

Испанцы продемонстрировали образцы ажурных конструкций, созданных автоматами из песка и особой экологической жидкости. В отличие от классических песочных замков, такие конструкции не разрушаются под воздействием атмосферных осадков и успешно сопротивляются ветру.

Европейское космическое агентство собирается построить базу на Луне исключительно с помощью 3D-принтеров — из лунного грунта — производство куполов базы массой полторы тонны уже отработано на Земле с помощью 3D-принтера D-Shape, который использует вулканический грунт, на 99 % схожий с лунным.

Фанаты киносаги Star Trek готовы часами рассказывать о чудо-репликаторе, с помощью которого члены экипажа получали напитки и еду буквально из ничего. Однако в ближайшем будущем еду можно будет не только готовить, но и печатать на 3D-принтере. Проект техасской компании Systems and Materials Research Corporation профинансировало американское космическое агентство NASA. Оно рассчитывает кормить инновационной едой космонавтов, но у проекта есть и более глобальное назначение — с его помощью создатели планируют восполнить недостаток пищи на Земле. 3D-принтер использует для производства съедобных продуктов протеины, углеводы и сахара. В ход также идут водоросли, свекольная ботва, трава, ряска, семена люпина и насекомые (что-то мне расхотелось быть космонавтом).

Самый, пожалуй, амбициозный проект использования 3D-принтеров: компании DIYrockets и Sunglass совместно объявили конкурс на создание чертежей ракетного двигателя, по которым можно было бы "напечатать" работающий экземпляр. По словам представителей компаний, их цель — преодолеть раздробленность космической индустрии и снизить гигантский порог входа в эту сферу. Проект поддерживает открытую публикацию чертежей в Интернете — это значит, что каждый может использовать и дорабатывать чужие проекты.

И наконец, ОС Windows 8.1 станет первой в мире операционной системой, в которой будут поддерживаться драйверы для 3D-принтеров. В ней будет присутствовать стандартная модель драйверов для этих принтеров, а также API (Application Programming Interface) для новых устройств, что сделает 3D-печать значительно проще и доступнее как для профессионалов, так и для обычных пользователей.

Куда идём?

Умрут многие рабочие специальности, зато возрастёт спрос на специалистов по компьютерному 3D-моделированию и... опять-таки высококлассных мастеров, делающих изделия своими руками: гончаров, кузнецов, деревообделочников, швей, вязальщиц. То есть всех тех, кто сможет что-то делать

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 9, 2013

сам. Правда, цена на их изделия в этом новом мире вырастет в разы. А люди будут хвастаться: "Это есть у меня в стандартной 3D-программе, но цвет выбирал я сам, и вот эту деталь тоже сам сделал! А вот эту игрушку мне дедушка вырезал из дерева и раскрасил!!!" Не исключено, появятся коллизии, описанные 45 лет назад в рассказе Б. Зубкова и Е. Муслина "Непрочный, непрочный, непрочный мир", когда "натуральные" вещи попросту запрещены к использованию рыночными монополистами.

Параллельно появятся огромные заводы комплектующих для 3D-производств и, соответственно, увеличится спрос на рабочих и химиков-инженеров. По сути, это будет новая промышленная революция, предсказанная Иваном Ефремовым в романе "Туманность Андромеды" — "Век упрощения вещей".

Как считают некоторые "левые экономисты", 3D-печать уничтожит частную собственность. Мол, возвращается легендарное гаражное время, когда "заводики" на кухне или в гараже (как у Стива Джобса со Стивом Возняком) разрушат все действующие рыночные схемы массового производства, потребительства и даже эксплуатации человека человеком. Не исключено, что энтузиасты напишут даже какой-нибудь Инфокоммунистический Манифест, а социологам будет тогда чему посвятить свои новые работы. Однако 3D-коммунистам следует помнить, что расходные материалы и сами принтеры, скорее всего, придётся-таки брать у капиталистов.

И напоследок о пистолете

Как видим, очень много вчерашней фантастики становится сегодня реальностью, но не всегда это внушает оптимизм. Оружейник-энтузиаст из Висконсина, известный под псевдонимом Джо, разработал модель пистолета, которую можно напечатать на относительно недорогом домашнем 3D-принтере Lulzbot A0-1 (1700 долл. США), потратив на материалы всего 25 долл. США. Эта модель становится конкурентом своему более дорогому предшественнику, разработанному студентом-анархистом Коди Уилсоном и названном Liberator (Освободитель). Тот пистолет подвергся критике из-за своей дороговизны и неудобства в использовании, ибо для печати необходим промышленный 3D-принтер Stratasys Dimension SST за 8000 долл. США.

После того как файлы с чертежами первой модели Liberator появились в сети, Госдеп США потребовал удалить их до тех пор, пока эксперты не признают их не нарушающими законов. Коди Уилсон, обучающийся, кстати, на юрфаке, требование выполнил. Но отныне место в ряду с Оливером Винчестером, Сэмюелем Кольтом и Михаилом Калашниковым ему обеспечено.

Ну а Джо назвал свой продукт Lulz Liberator, обозначив преемственность. Потом австралийские полицейские распечатали пистолет, испытали и ужаснулись. А ещё один сетевой аноним напечатал пули. То есть джинн вышел из бутылки, и что касается будущего Liberator, то им, очевидно, суждено стать первыми ласточками нового класса огнестрельного оружия: компактного, сверхдешёвого, доступного, не поддающегося идентификации. Только за первые двое суток было скачано около ста тысяч копий Liberator, причём большинство запросов поступили не из США, а из Европы. И как минимум несколько человек распечатали его лично, высказав ценные замечания по усовершенствованию. А через третьи руки скачанные копии, понятное дело, просочились в файлообменные сети. К сожалению, кульминационной точкой, после которой к печатному оружию и придёт "настоящая слава", будет первое убийство с оставленной рядом с трупом пластиковой "игрушкой".

В Америке любят говорить: "Бог создал людей разными, а господин Кольт уравнял их в правах". Ну а благодаря господину Уилсону (а не ему, так другим — идея-то витала в воздухе) наступила настоящая "глобализация права". Печатное оружие упрощается, удешевляется, и ему, мягко говоря, существующие законы не важны, хотя полиция настоятельно не советует гражданам его печатать. Но готово ли к такому повороту событий само человечество? Ведь чтобы выжить, ему необходимо измениться.

Быть может, даже стать Богом.

По материалам ***New Scientist, Forbes, Экономические известия, Daily Mail, Quartz, China Daily, Newsru, Правда.Ру, Interface.ru.***

МКУС в УМЗЧ с гиперглубокой ООС

А. ЛИТАВРИН, г. Березовский Кемеровской обл.

В статье систематизируются критерии оценки ООС как факторы, определяющие возможность увеличения её глубины для достижения минимальных искажений в усилителях мощности звуковой частоты. Вводимые автором понятия ООС — максимально глубокая, крайне глубокая, гиперглубокая — отражают значения её глубины вплоть до 300 дБ на звуковых частотах. Применение радиочастотных ОУ в многоступенчатой (многоядерной) структуре при использовании предлагаемой автором схемотехники позволяют реализовать идею прецизионного усиления мощного сигнала путём последовательной коррекции ошибки в широкой полосе частот.

Критерии и параметры прецизионности усилителей

Общеизвестно, что отрицательная обратная связь (ООС) существенно улучшает характеристики усилительных устройств. В предыдущих публикациях [1—5] автором рассмотрены критерии, которые оказывают ключевое влияние на эффективность её работы и тем самым определяют качество самих усилителей.

Проведём систематизацию этих критериев и покажем их взаимосвязь. К ним относятся быстродействие в петле ООС — время реакции петли ООС [1, 2], соответствующее времени задержки (ВРП ООС = $T_{зад}$); широкополосность ООС — ширина полосы работы ООС; глубина ООС — запас усиления внутри петли ООС; стопроцентность ООС — как отсутствие деления (ослабления) сигнала в петле ООС [4, 5].

Зачастую более наглядно и удобно взамен ВРП ООС применить аналогичный параметр — частоту замыкания петли ООС (ЧЗП ООС = $F_{зам}$, где $F_{зам}$ = $1/T_{зад}$). Напомним, что ВРП ООС — это суммарное время передачи фронта сигнала по каскадам усилителя и цепи ООС в точку суммирования (к сумматору, в качестве которого может выступать вход первого каскада УМЗЧ). Обратная величина — частота замыкания — соответствует ВРП, равному одному периоду колебаний этой частоты.

К сожалению, разработчики аудиоаппаратуры, как правило, уделяют мало внимания критериям ООС. Одна из причин — противоречивость некоторых критериев. Однако именно многоканальные усилительные структуры (МКУС) позволяют объединить критерии ООС, максимизировав их достоинства [1].

Точность, с которой ООС может масштабировать сигнал, однозначно связана с приведёнными выше критериями. Соответственно, с точки зрения точности работы и максимализации качественных характеристик усилителя, ВРП ООС должно быть крайне малым и высокостабильным, полоса действия ООС — максимально широкой, а её глубина — предельно (крайне, гипер-) глубокой [1—4]. Сама ООС для каскадов с явно выраженной нелинейностью (режим усиления с отсечкой — класс АВ, В и др.) должна быть стопроцентной, т. е. ослабление сигнала в петле ООС, как на ВЧ, так и на НЧ, должно отсутствовать или быть весьма малым [2, 5].

Прочие частотные параметры усилителя — частота единичного усиления как ОУ, так и УМЗЧ (F_1), частота среза петли ООС ($F_{среза}$), полоса пропускания должны быть существенно меньше по

отношению к частоте $F_{зам}$. Как следствие, и усиление, и коэффициент передачи самого усилителя на частотах, близких к $F_{зам}$, должны быть очень малыми.

Параметр ВРП ООС означает, что при сравнении исходного и выходного сигналов всегда присутствует некоторая ошибка, которая обусловлена задержкой отклика сигнала по петле ООС и зависит от усиления в петле ООС. Высокое быстродействие в петле ООС минимизирует фазовую погрешность в рабочей полосе частот даже для непериодических сигналов.

Динамические режимы работы усилительных каскадов влияют на время задержки в каскадах и тем самым на ВРП ООС. Её изменение эквивалентно джиттеру и, в свою очередь, ведёт к появлению джиттероподобных искажений сигнала (амплитудно-фазовой конверсии).

Сама ООС — это инструмент, который не устраняет причину искажений (или отклонений), а лишь компенсирует уже возникшие. Чем выше изначальная линейность усилителя (при отключённой ООС), тем меньше уровень этого компенсационного сигнала и тем качественней работает сама ООС.

ВРП ООС в усилителях может значительно различаться. Так, например, в зависимости от классов усиления (A, B, C, D) ВРП ООС изменяется от малого (сотни пикосекунд) и весьма стабильного для усиления класса A до большого (десятки микросекунд) и нестабильного для усиления класса D. Классы усиления B, C характеризуются относительно небольшим, но нестабильным ВРП ООС. В классе D качество работы усилителя напрямую связано с частотой дискретизации. В подобных усилителях она фактически соответствует частоте замыкания петли ООС. Соответственно, низкое качество работы усилителя в классе D связано именно с низким значением $F_{зам}$ для петли ООС. Отсюда можно сделать обобщающий вывод, что одним из основных факторов качества работы усилителей разных классов усиления, охваченных ООС, следует считать именно ВРП ООС.

Если в полосе рабочих частот в усилителе большой коэффициент деления по петле ООС, то качество и точность действия ООС существенно ниже максимально возможного. Это ведёт к снижению точности масштабирования выходного напряжения усилителя в целом, отношение сигнал/(шум+помеха) получается низким. Наиболее выражен этот недостаток в выходном каскаде УМЗЧ: здесь ООС одновременно борется с искажениями выходного каскада и с откликом сигнала от АС [5]. Именно деление сигнала в цепи ООС является ключевым недостатком многих УМЗЧ с глубокой ООС.

Стопроцентная ООС на ВЧ, создающая спад АЧХ за пределами рабочей полосы частот, позволяет повысить точность компенсации переключательных искажений и сигналов звуковых частот. В соответствии с этим снижаются частоты F_1 и $F_{среза}$ и ограничивается полоса рабочих частот усилителя. Спад АЧХ на ВЧ снижает скорость нарастания сигнала на выходе усилителя и повышает перегрузочную способность выходного каскада на ВЧ [2—4].

Однако существуют мнения, что "глубокая ООС портит звук". Какие же технические решения предлагают или используют противники глубокой ООС? Часто это реализуется применением местных ООС в отдельных каскадах или электронных приборов с внутренней обратной связью, имеющих низкий коэффициент усиления. То есть формально декларируются отход от глубокой ООС и массовое применение местных ООС, для которых характерно крайне малое ВРП ООС. Весьма важно, что в ряде каскадов ООС широкополосна и близка к 100 %.

С другой стороны, сторонники глубокой ООС фактически предлагают применение общей ООС. Конкретная её реализация в основной массе УМЗЧ, как правило, характеризуется нестабильным для нелинейных режимов работы групповым временем задержки и ВРП ООС. Однако ещё более важно, что в этом случае в цепи ООС имеет место существенное ослабление сигнала, а глубина обратной связи с ростом частоты снижается (часто уже с десятков герц).

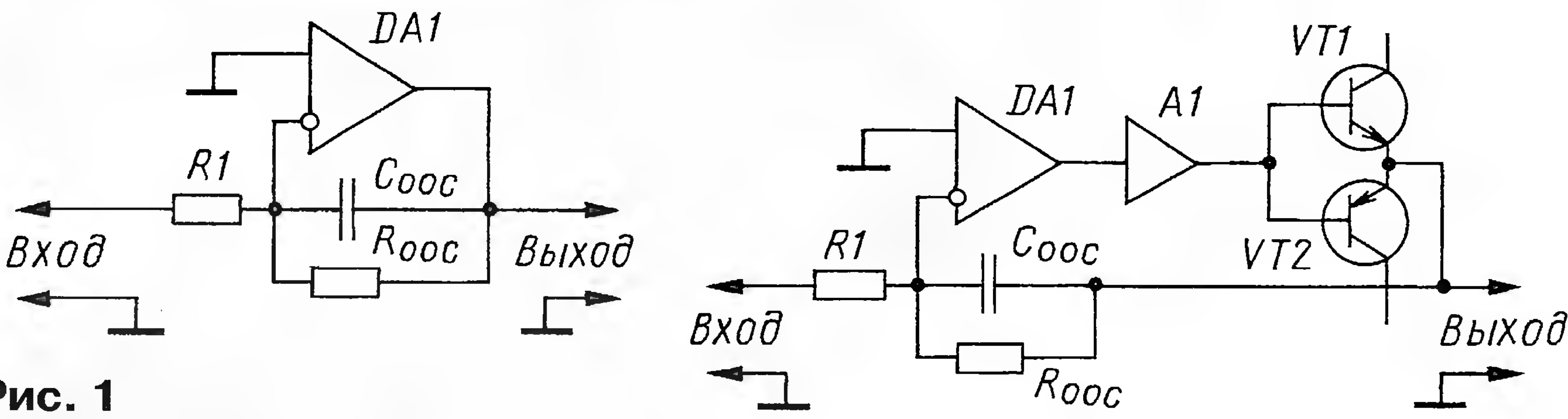


Рис. 1

Рис. 2

Получается странный парадокс: говорится одно, а делается совсем другое. Сторонники глубокой обратной связи, улучшая критерий глубины ООС, фактически ухудшают критерии быстродействия и широкополосности. Противники глубокой ООС, наоборот, ухудшают критерий глубины ООС, но улучшают критерии быстродействия и широкополосности местной ООС, выигрывая в устойчивости к перегрузке и в выходе из неё! Следует отметить, что зачастую в отношении качества звука выигрывают именно противники глубокой ООС, которых, однако, правильней было бы назвать сторонниками стопроцентной ООС, быстродействия и широкополосности. Однако в целом, по мнению автора, оба подхода следует считать половинчатыми и в определённом смысле ущербными, так как в них не реализовываются все указанные выше критерии.

Ценность схемотехники МКУС состоит в том, что она может обеспечить как широкую полосу и большую глубину ООС, так и характерное для класса A крайне малое и стабильное ВРП ООС, в том числе для усилителей, работающих в режимах класса B, C или D. Заметим, что многоканальные усилительные структуры весьма многообразны. Но наиболее эффективна многоканальная структура, где управление прочими (как правило, низкочастотными) каналами осуществляет *главный* канал. Приоритет его выражен в том, что на частотах, близких к частоте $F_{зам}$, его выходной сигнал и сигнал в петле ООС "доминируют" над прочими сигналами на выходе усилителя и в петле ООС.

Здесь уместно напомнить особенности операционных усилителей (ОУ), допускающих стопроцентную ООС. По сути, частотная коррекция ОУ — это решение проблемы его устойчивости с глубокой ООС. Чем сильнее скорректирован ОУ и чем ниже его F_1 по отношению к $F_{зам}$ (и при прочих равных условиях), тем качественней работает ООС. Вместе с этим вполне обоснованно считается, что чем выше значение F_1 ОУ, тем он современнее, совершеннее. Причина противоречий здесь в том, что главным параметром, характеризующим быстродействие усилителей и конкретно ОУ, следует считать ВРП ООС. Собственно, крайне малое время реакции (очень большое значение $F_{зам}$) и позволяет получить очень высокую частоту F_1 для ОУ. Однако на практике измерить ВРП ООС относительно сложно, в то же время измерить F_1 весьма легко. Именно доступность и простота измерения частоты F_1 в ОУ и стала основной для того, чтобы эта частота стала как бы ключевым параметром, характеризующим быстродействие ОУ. Подобная подмена понятий привела к некоторой деградации качества ОУ с фиксированной коррекцией, что связано с недостаточной частотной коррекцией многих современных ОУ, и особенно широкополосных. Причина, по которой это происходит, в общем, понятна: желание разработчиков получить максимально высокую частоту F_1 в ОУ. В тех ОУ, которые скорректированы до $K_{ус}=1$ и при этом допускают дополнительную частотную коррекцию, действие самой ООС с дополнительной частотной коррекцией (т. е. при более низком значении F_1) более качественно.

Рассмотрим приведённые выше критерии применительно к различным схемотехническим решениям, используе-

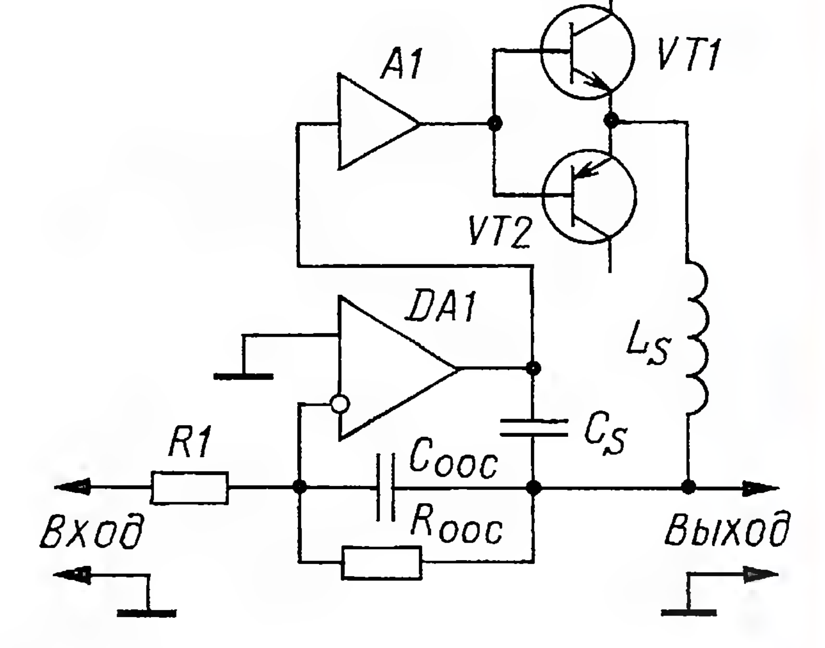


Рис. 3

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

мым в некоторых УМЗЧ. На **рис. 1** мы видим типовую структурную схему ОУ с общей ООС, а на **рис. 2**, по сути, тот же усилитель, но с учётом мощного выходного каскада, т. е. мощный ОУ.

Качественные характеристики работы ООС, к примеру, в радиочастотном усилителе по структуре на рис. 1, достаточно высокие, что есть прямое следствие малого ВРП ООС и стопроцентной ООС на ВЧ. Это связано с применением высокочастотных транзисторов диапазона КВЧ. Для структуры на рис. 2 ситуация совершенно противоположная, что обусловлено применением мощного нелинейного выходного каскада с большим групповым временем задержки и ВРП ООС. Это не позволяет получить широкую полосу ООС и высокую линейность и тем самым вынуждает разработчиков не применять стопроцентную ООС в петле. Это означает, что в структуре усилителей, показанной на рис. 2, нарушаются упомянутые ранее критерии качества работы ООС. Соответственно и качество работы самого УМЗЧ не может быть очень высоким.

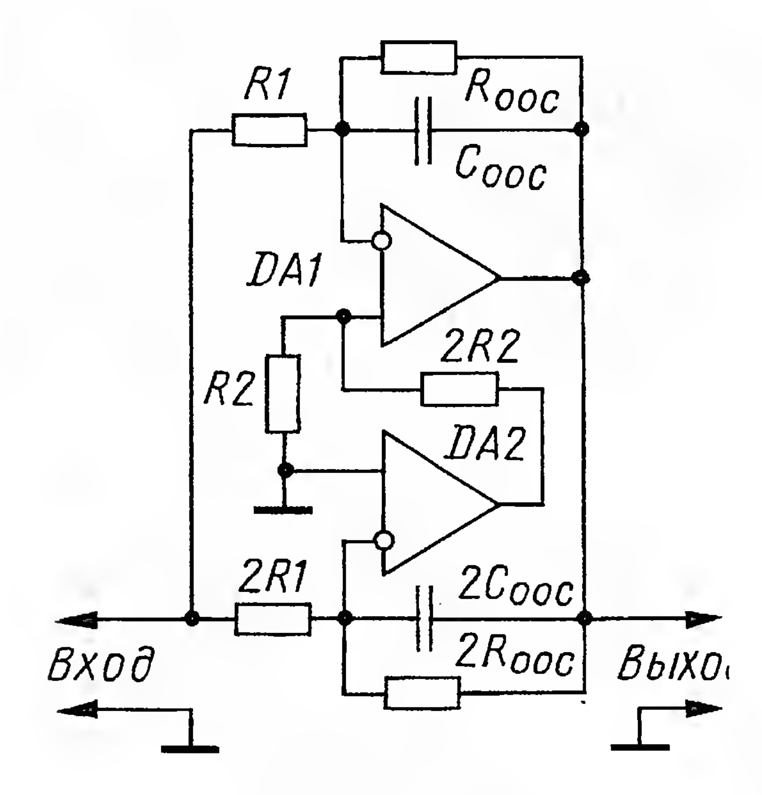


Рис. 4

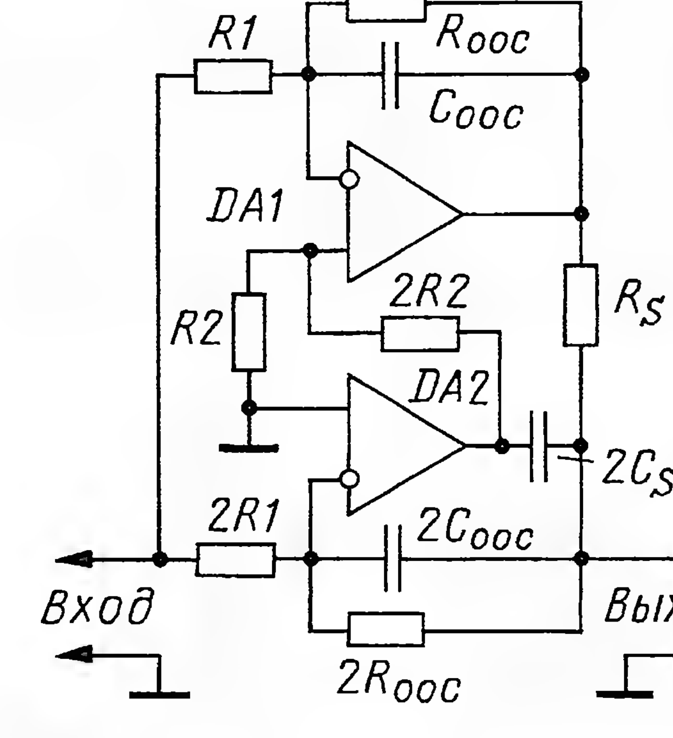


Рис. 6

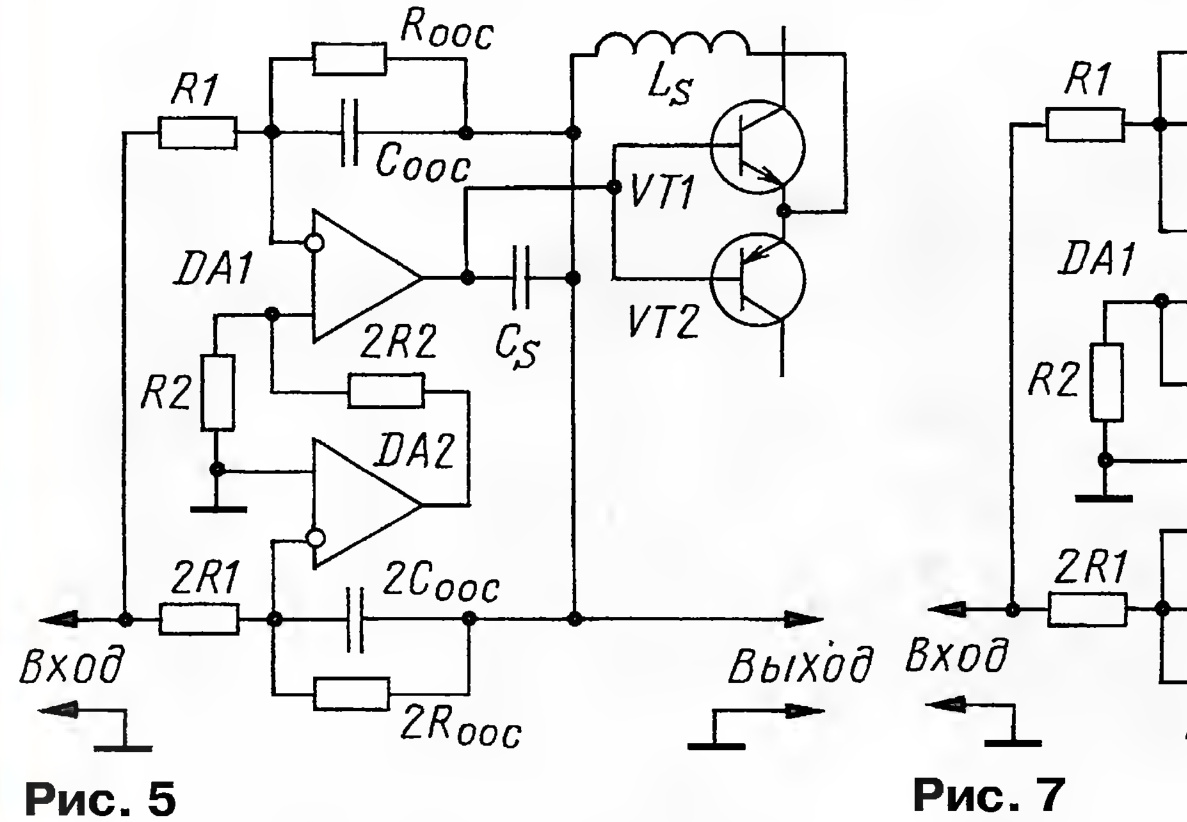


Рис. 5

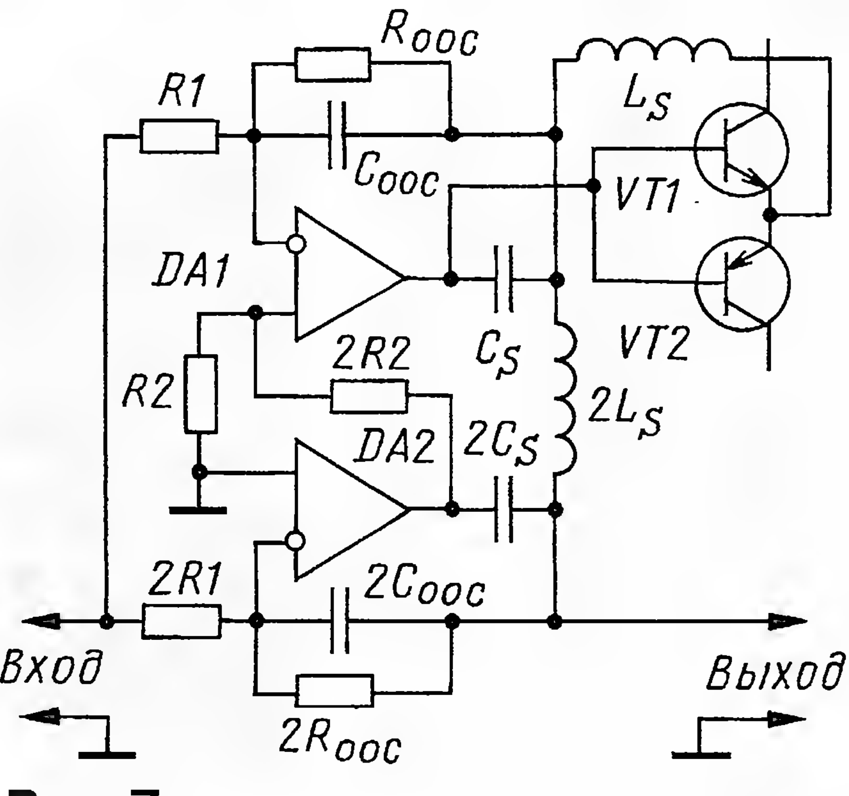


Рис. 7

Для многоканального усилителя, структура которого показана на **рис. 3**, критерий ВРП ООС схож с усилителем по схеме на рис. 1, что обусловлено цепью обхода по ВЧ через конденсатор C_s. Здесь ОУ DA1 — это главный канал, обладающий приоритетом [1—5] на замыкание петли ООС. Качество действия ООС и усилителя в целом здесь будет заметно выше по отношению к усилителю по схеме на рис. 2, однако (при прочих равных) радикального улучшения линейности усилителя мы не получим.

Рассмотрим схему усилителя на **рис. 4**. По сути, это маломощный усилитель, представленный ранее на рис. 1, но дополненный "уточняющим" усилителем DA2. Аналогично дополним мощный усилитель на рис. 3 усилителем DA2, как показано на **рис. 5**. Здесь получился усилитель, где основная петля ООС (т. е. ООС главного канала — элементы $R_{ООС}$, $C_{ООС}$) характеризуется весьма малым ВРП ООС при стопроцентной ООС на ВЧ.

"Уточняющий" прецизионный усилитель DA2 дополнительно увеличивает запас усиления в петле ООС до 150 дБ, создавая крайне глубокую ООС, позволяющую получить очень высокие технические характеристики усилителя.

Практические варианты УМЗЧ, реализованные по структуре рис. 3, рассмотрены в статьях [2, 3], по структуре на рис. 5 — в [4], а эти же структуры, но с учётом стопроцентной ООС на НЧ, представлены в [5].

Оценим усилители со структурами, показанными на рис. 4 и 5, по критерию ВРП ООС. По отношению к ООС для главного канала ($R_{ООС}$, $C_{ООС}$) ВРП весьма мало (3 нс), что обусловлено малым временем задержки ОУ DA1. Однако с прецизионной ООС ($2R_{ООС}$, $2C_{ООС}$) ВРП ООС будет в два раза больше, так как сигнал последовательно усиливается двумя ОУ — DA2 и DA1. Получается, что прецизионная ООС обладает в два раза большим временем реакции. Конечно, применение быстродействующих ОУ существенно уменьшает этот недостаток.

На **рис. 6**, **7** представлены модифицированные структуры, аналогичные схемам на рис. 4, 5, но свободные от этого недостатка. В этих структурах сигнал с выхода ОУ DA2 проходит напрямую через конденсатор $2C_s$ на выход усилителя. Соответственно ВРП ООС каждого из усилительных каналов и всего усилителя равно времени задержки одним ОУ. При этом сигнал ошибки в петле прецизионной ООС последовательно усиливается двумя ОУ, создавая крайне глубокую ООС. Здесь полностью выполняются все критерии качества ООС, о которых говорилось в начале статьи.

Одновременно структуры на рис. 6, 7 приобретают ещё одно качество. Схемы этих усилителей следует рассматривать как структуры, которые состоят из двух независимых включённых последовательно усилителей. Разумеется, их может быть больше, и этим создаются условия для наращивания совокупного усиления внутри петли ООС. Тем самым мы переходим от понятия сосредоточенного петлевого усиления к понятию распределённого (рассредоточенного) петлевого усиления и параллельной ООС.

Структура УМЗЧ как прецизионного усилителя

Примером такого усилителя может служить многоканальная параллельно-последовательная структура, показанная на **рис. 8**. С точки зрения МКУС, усилитель следует рассматривать как три многоканальных усилителя, включённых последовательно. В соответствии с этим каждый усилитель состоит из главного канала со своей ООС и дополнительного мощного канала (усилителя), который контролируется главным каналом. Как следствие, данный усилитель состоит из главного канала на ОУ DA3 и дополнительного усилителя (элементы DA2, DA1 и VT1, VT2). Этот дополнительный усилитель состоит, в свою очередь, из главного канала на ОУ DA2 и дополнительного усилителя (элементы DA1 и VT1, VT2). И наконец, дополнительный усилитель состоит из главного канала на ОУ DA1 и дополнительного усилителя (транзисторы VT1, VT2). Сигнал на входе усилителя приходит одновременно на все ОУ, и на их выходах он появляется одновременно и весьма быстро, если они однотипны. На выходы многоканальных усилителей, к которым подключены цепи ООС, сигнал поступает синхронно и достаточно быстро. Отсюда следует, что на частотах, близких к $F_{зам}$, эти ОУ включены параллельно, а на более низких частотах, где действует ООС, усиление этой структуры суммируется. Этим обеспечивается крайне малое время задержки для каждого из этих каналов и всего усилителя в целом. При параллельной работе ВЧ-сигнал с выходов ОУ напрямую проходит на выходы каналов усилителя. В свою очередь, сигнал ошибки последовательно усиливается

тремя ОУ (DA3, DA2, DA1), что и создаёт очень глубокую ООС. Верхняя часть схемы этого усилителя идентична схеме на рис. 3, после чего его выходной сигнал уточняется усилителем на DA2 и далее уточняется усилителем DA3. Понятно, что число подобных уточняющих усилителей может быть больше или меньше.

В подобной структуре легко ввести и стопроцентную ООС на НЧ, т. е. ООС без ослабления сигнала в петле, если на рис. 8 резистор 3R1 заменить на ИТУН. Тем самым последний уточняющий усилитель, где главный канал реализован на ОУ DA3, будет обладать стопроцентной ООС на НЧ.

Существует мнение, что усилитель ещё до охвата ООС должен иметь относительно малый уровень искажений. Как отмечено ранее, это необходимо для уменьшения компенсационного сигнала и корректной работы самого усилителя с ООС. Показанная структура вполне подходит под это определение, так как мощный и нелинейный выходной сигнал, многократно корректируемый от усилителя к усилителю, масштабно приближается к входному. Соответственно и уровень нелинейной составляющей (ошибки в петле ООС) на входе и выходе каждого следующего ОУ становится всё меньше и меньше.

Однако следует отметить и недостаток подобной структуры. Уровни сигналов на выходах DA3 и DA2 в такой структуре относительно большие. Это связано с потерями и фазовой задержкой в сумматорах сигнала (в RCL-цепях) и обусловлено необходимостью соответствующей компенсации этих потерь (фазолинейных искажений) соответствующими ОУ.

Прежде чем перейти к практическим схемам усилителя, целесообразно рассмотреть цепи, выполняющие в УМЗЧ функции суммирующих фильтров (на рис. 3, 5, 7, 8 эти элементы обозначены как C_s и L_s). Они служат для объединения сигналов от главного канала (ВЧ) и дополнительного мощного (НЧ) канала, как показано на **рис. 9**. Сумматоры, приведённые на этих рисунках, представлены лишь функционально. Элементы C_s и L_s сумматора (рис. 9,а) на частоте разделения образуют резонансный контур внутри петли ООС, и подавление этого резонанса — одна из задач при проектировании многоканальных УМЗЧ.

Основным методом подавления резонанса LC-сумматора следует считать снижение его добротности, т. е. увеличение потерь в элементах C_s и L_s. В сумматоре на рис. 9,б мы имеем помимо основных элементов C_s и L_s и дополнительные R1, C_{s2} и R2, L_{s2}. Применение этих вспомогательных элементов приводит к тому, что помимо основного резонанса контур может резонировать и на других частотах, где резисторы R1 и R2 резко увеличивают потери в контуре. В общем случае подобных вспомогательных RCL-цепей может быть несколько.

На рис. 9,в показан вариант, где резистор R2 замыкает только часть витков катушки индуктивности. В свою очередь, на рис. 9,г представлен вариант сумматора, где индуктивность L_{s2} отсутствует. Однако в этом случае эффективность сумматора будет низкой, так как высокочастотные продукты искажений легко пройдут на выход УМЗЧ через резистор R2. Ещё один вариант показан на рис. 9,д — здесь снижение добротности происходит за счёт трансформации ВЧ сигналов. На рис. 9,е показан наиболее эффективный вариант из рассмотренных ранее сумматоров, что обусловлено прямым влиянием главного канала на индуктивность трансформатора и его выходной сигнал. Но понятен и недостаток такого решения — это повышенная нагрузка на главный (ВЧ) канал.

И наконец, вариант многозвенного сумматора-фильтра на рис. 9,ж, который применён в рассмотренном ранее многоканальном усилителе на рис. 8. Фактически данный вариант — это трёхзвенная версия сумматора, представленная на рис. 9,г. В силу её многозвенности получена достаточно высокая эффективность данного сумматора. У подобной версии есть и ещё одно достоинство: номиналы применённых индуктивностей, например, могут отличаться по отношению друг к другу на 20...40 %. Это ведёт к тому, что частота резонанса в этих контурах будет разной, что эквивалентно снижению добротности системы в целом.

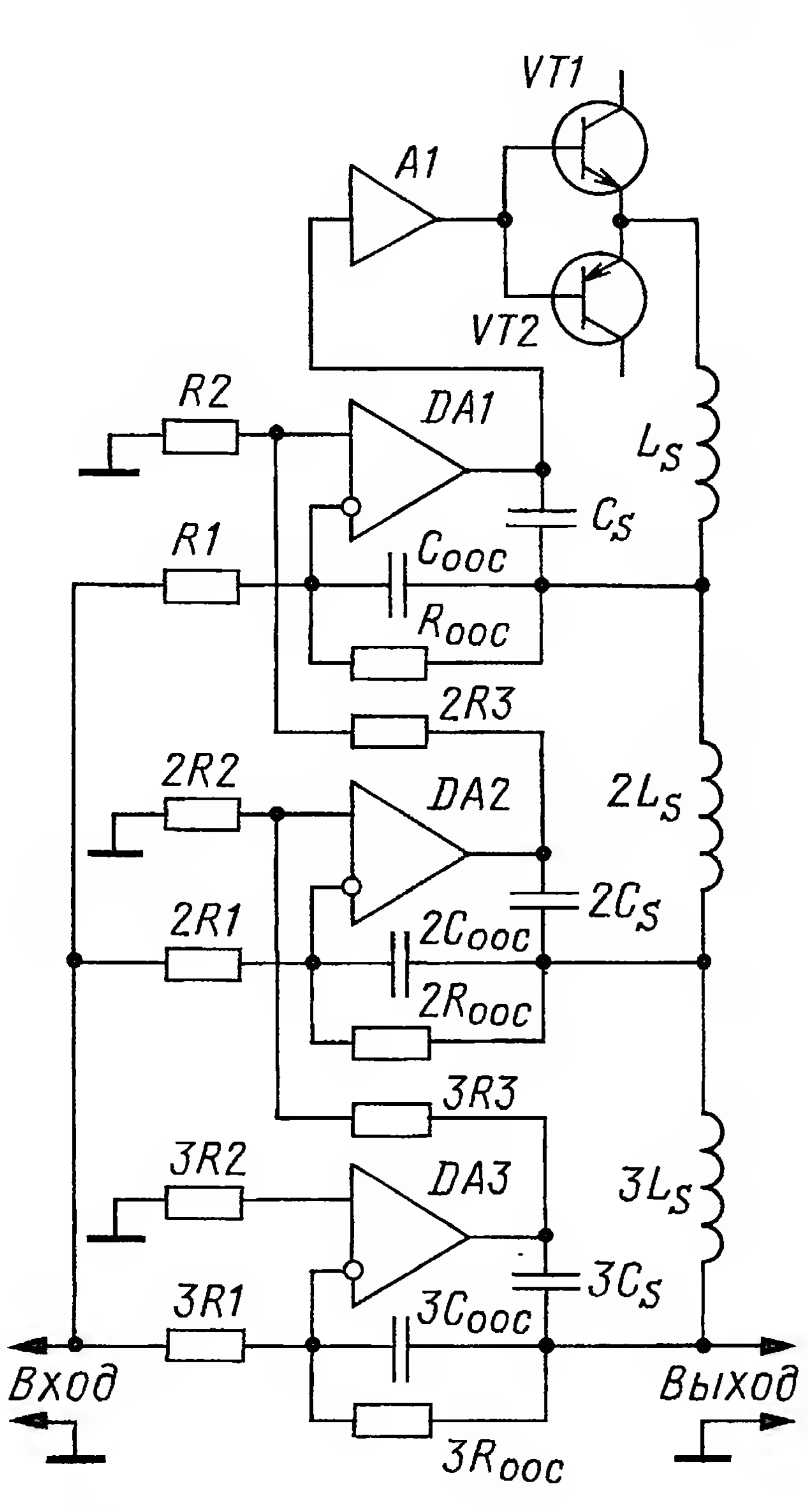


Рис. 8

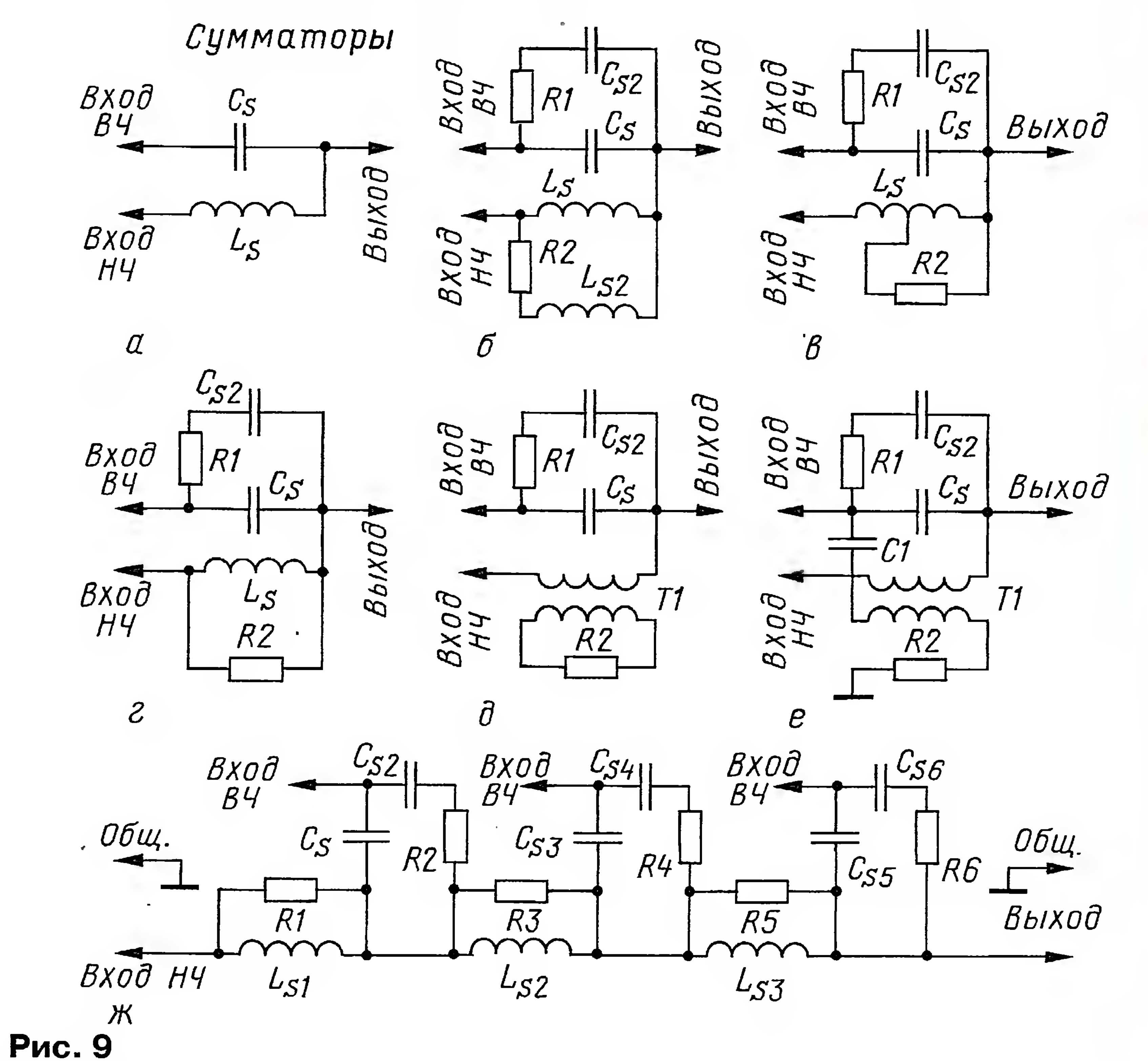


Рис. 9

В общем случае, применительно к УМЗЧ, характеристические сопротивления C_s и L_s на частоте разделения должны быть сравнимы (по модулю) с сопротивлением нагрузки, т. е. относительно низкоомными. Частота разделения может быть относительно высокой, если линейность и быстродействие дополнительного мощного усилителя также высоки. Это предполагает и высокую частоту $F_{зам}$. И наоборот, если линейность и быстродействие дополнительного усилителя существенно ниже, частота разделения также должна быть понижена. Чем она ниже, тем большим запасом по мощности должен обладать

главный (ВЧ) канал, причём зависимость обратно-квадратичная.

Итак, построение усилителя с многоканальной (многоядерной) структурой даёт определённые преимущества. Подобная структура эффективно подавляет не только низкочастотные искажения (в том числе тепловые), но и весьма высокочастотные, например коммутационные. Количественной оценкой качества и эффективности подобных структур служит суммарный запас усиления по петле ООС в соответствующей области частот. Несколько каналов МКУС позволяют исключить неточность фазовой компенсации гармонических и интермодуляционных искажений в широкой полосе частот и устранить расширение и умножение спектра этих комбинационных составляющих для любых (тональных и шумовых) сигналов. Это важнейшая особенность многоканальной структуры, отличающейся от ранее применяемых в прецизионных и сверхлинейных УМЗЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Литаврин А.** Многоканальное усиление в УМЗЧ с крайне глубокой ООС. — Радио, 2004, № 3, с. 18—20; № 4, с. 19—21, 32.

2. **Литаврин А.** Простой усилитель или МКУС в УМЗЧ с глубокой стопроцентной ООС. — **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2007/06/mkus.zip>**.

3. **Литаврин А.** УМЗЧ с параллельным каналом и максимально глубокой ООС. — Радио, 2007, № 6, с. 19—22.

4. **Литаврин А.** УМЗЧ с крайне глубокой ООС. — Радио, 2011, № 4, с. 17—20; № 5, с. 17—19.

5. **Литаврин А.** МКУС в УМЗЧ с токовым управлением и крайне глубокой ООС. — Радио, 2011, № 10, с. 17—20; № 11, с. 15—18.

(Продолжение следует)

Моделирование работы АС с помощью компьютера

К. МУСАТОВ, г. Москва

В статье предложена методика моделирования АС с использованием авторского варианта электромеханических аналогий электрических и механических (акустических) компонентов узлов и элементов. Эта методика имеет весьма высокий потенциал: она позволяет рассматривать даже сложную акустическую систему совместно с усилителем, как это, например, имеет место в системах с электромеханической или электроакустической обратной связью.

К настоящему времени создано много программ, позволяющих промоделировать работу динамической головки в акустическом оформлении. Примером могут служить такие программы, как JBL Speakershop, Leap, BassBox и др. Многие из них коммерческие и требуют покупки лицензии. Однако если проектируется нестандартное или комплексное акустическое оформление, сразу возникает масса ограничений по применению программ — они имеют фиксированный функционал. Вместе с тем существуют и достаточно универсальные системы моделирования электронных схем. Удачным примером такой бесплатной программы можно считать LT Spice производства Linear Technology (программу можно загрузить с сайта разработчика [1]). Для моделирования работы акустических элементов с помощью этой программы надо применять электрические эквиваленты механических и акустических составляющих.

Электромеханические аналоги

Есть распространённая модель электромеханических аналогов, например, хорошо описанная в [2]. Представленная в книге система преобразований механических элементов в электрические аналоги весьма громоздка и непрозрачна, а при формировании эквивалентной схемы сложного акустического оформления возникают определённые проблемы. Я предлагаю здесь более универсальную систему преобразования, которая проще в понимании и применении.

Для удобства работы с моделями оставим электрические элементы такими, как они есть. Это позвол[illegible]следствии добавлять к схеме [illegible]ементы фильтра, равно ка[illegible]ь мощности, моделируя раб[illegible]еской системы не изолированно[illegible]мплексе.

Теперь выбираем эквиваленты электрических и механических величин. В механике можно обнаружить аналог закону Кирхгофа (сумма токов, втекающих в узел, равна нулю) — это третий закон Ньютона в расширенной форме (сумма всех сил, действующих на тело, включая силу инерции, равна нулю).

Отсюда первое преобразование — 1 Ньютон = 1 Ампер. Сила воздействует на массу, постепенно приводя её в движение. Аналогично ток заряжает конденсатор, постепенно увеличивая на нём напряжение. Следовательно, имеем второй аналог — 1 кг = 1 Фарада.

Проверяем эти аналогии формулами: F/m = dV/dt и эквивалентная ей I/C = = dU/dt. Получаем аналоги — новым размерным эквивалентом станут скорость движения и напряжение в цепи: 1 м/с = 1 В.

Теперь находим эквивалент гибкости C_m через формулу $X = F \times C_m$, где X — смещение в метрах. Поскольку в формуле Гука (в которой жёсткость заменена на её обратную величину — гибкость) подразумевается внешняя сила, заменим её на силу реакции $-F_{peak}$, действующую в упругом теле (она имеет обратный знак).

Возьмём производную по времени от обеих частей формулы

$dX/dt = -dF_{peak}/dt \times C_m$

или $V = dF/dt \times C_m$.

Заменяем в формуле F_{peak} и V на их эквиваленты I и U:

$U' = -dI/dt \times C_m$.

Заменив гибкость индуктивностью, получаем классический вид формулы для ЭДС самоиндукции:

$U = -dI/dt \times L$.

В результате получаем следующий размерный эквивалент: гибкость 1 м/Н = = 1 Гн.

Эквивалентное механическое сопротивление потерь, измеряемое в кг/с, воздействует на движущийся объём силой, пропорциональной скорости движения:

$F = R_m \times V$.

Заменяя силу и скорость на ток и напряжение, получаем третий эквивалент:

$R_m = 1/R$, т. е. 1 кг/с = 1/Ом = 1 Сименс.

Симуляция работы динамической головки

Итак, мы получили эквиваленты механическим элементам для электрической схемы. Теперь возможно нарисовать эквивалентную схему динамической головки (ДГ), как показано на **рис. 1**. Для примера возьмём низкочастотную ДГ B2522.4 производства "Лаборатория АСА" [3] со следующими параметрами: масса подвижной системы M_{ms} = 52,83 г, гибкость подвеса C_{ms} = 0,54 мм/Н, механическое сопротивление потерь R_{ms} = 3,91 кг/с, активное сопротивление катушки R_e = 3,2 Ом,

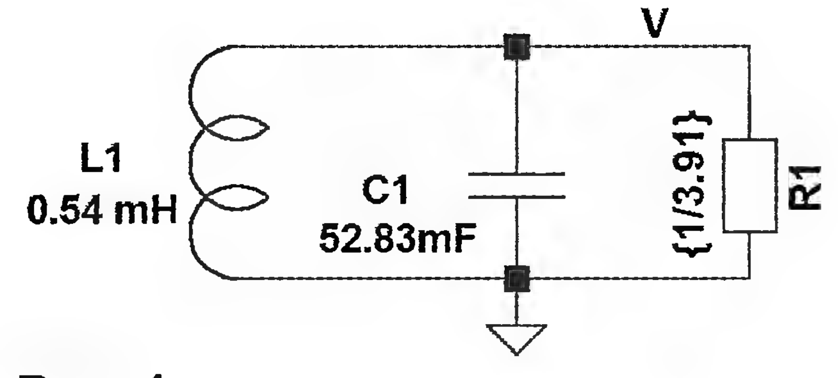


Рис. 1

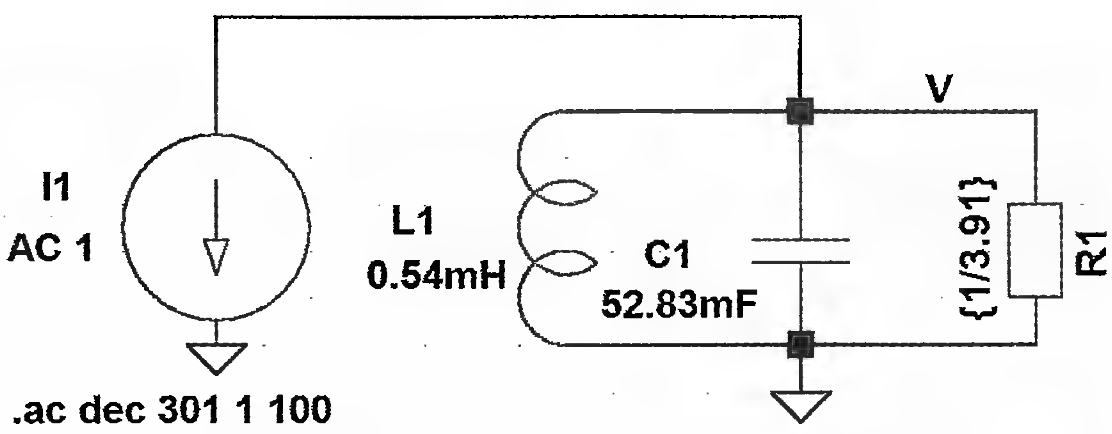


Рис. 2

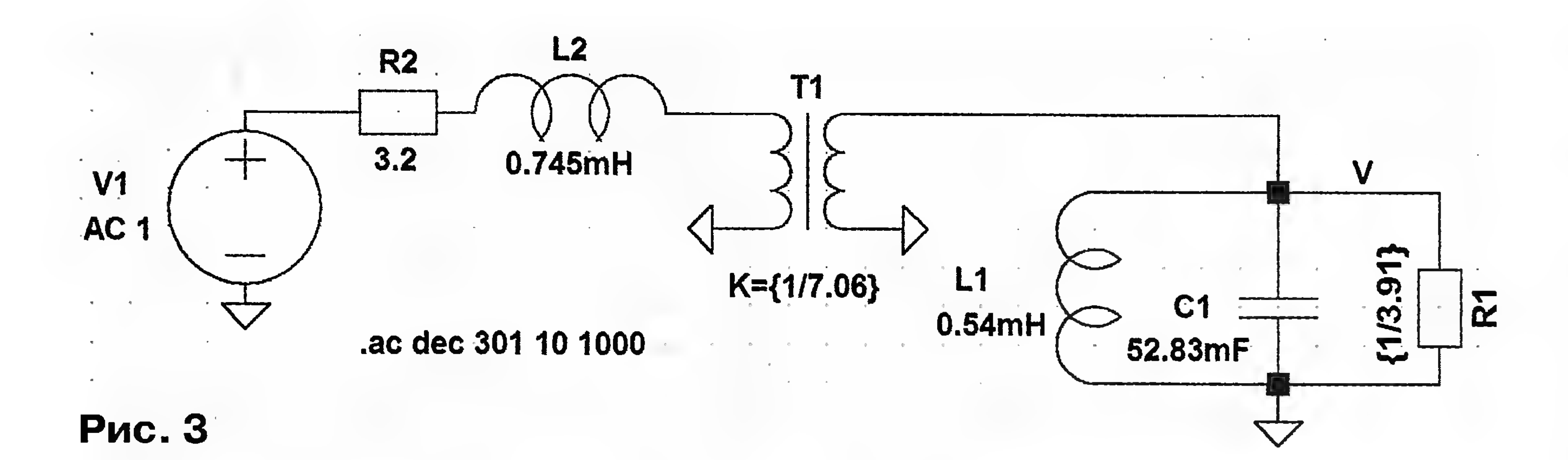


Рис. 3

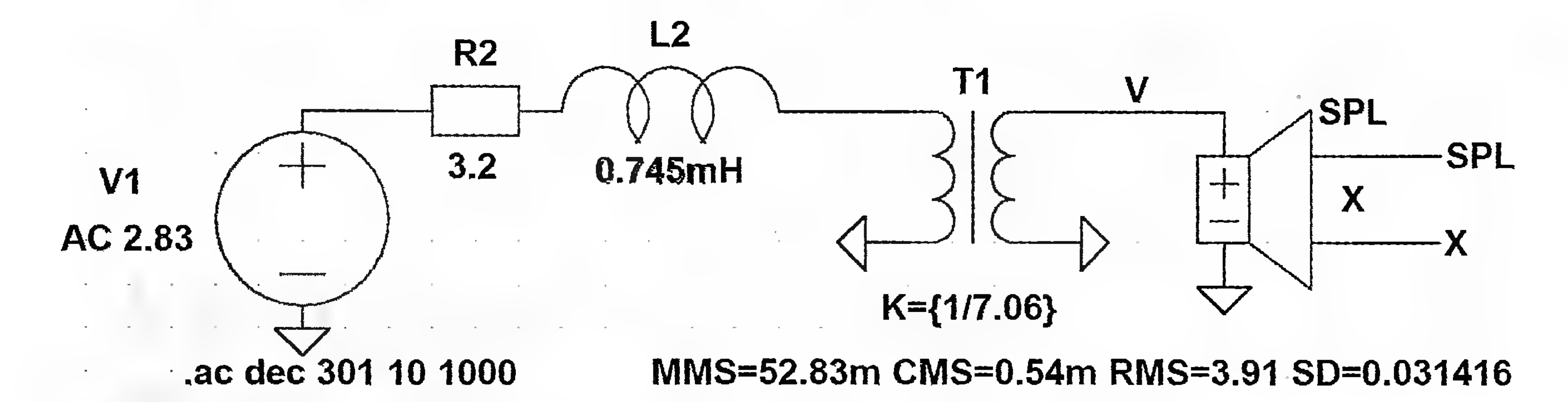


Рис. 4

силовой коэффициент* Bl = 7,06 Н/А, индуктивность звуковой катушки L_e = 0,745 мГн, площадь диффузора S_d = 314,16 см^2.

Поставим источник переменного тока для возбуждения полученного резонансного контура, как показано на **рис. 2**.

Амплитудно-частотная характеристика напряжения в контуре имеет резонансный подъём в области свободных колебаний подвижной системы ДГ с добротностью, соответствующей механической добротности головки.

Теперь введём возбуждающую механическую силу от звуковой катушки. Она преобразует ток в силу через силовой коэффициент Bl, имеющий размерность Н/А. В нашей системе

* *Силовой коэффициент Bl используют для характеристики эффективности электродинамического преобразователя, представляемый в виде произведения магнитной индукции B в зазоре магнитной системы и длины l провода звуковой катушки.*

V(spl)
SPL
Фи
92dB 90dB 88dB 86dB 84dB 82dB 80dB 78dB 76dB 74dB 72dB 70dB
-20° -40° -60° -80° -100° -120° -140° -160° -180° -200° -220° -240°
-2.83/I(V1)
V(x)*1000*SQRT(150)
Z, Ω
l, mm
Ход диф-ра на мощности 300 Вт [мм]
Z - импеданс [Ом]
40 36 32 28 24 20 16 12 8 4 0
160° 140° 120° 100° 80° 60° 40° 20° 0° -20° -40° -60°
10Hz 100Hz 1KHz

Рис. 5

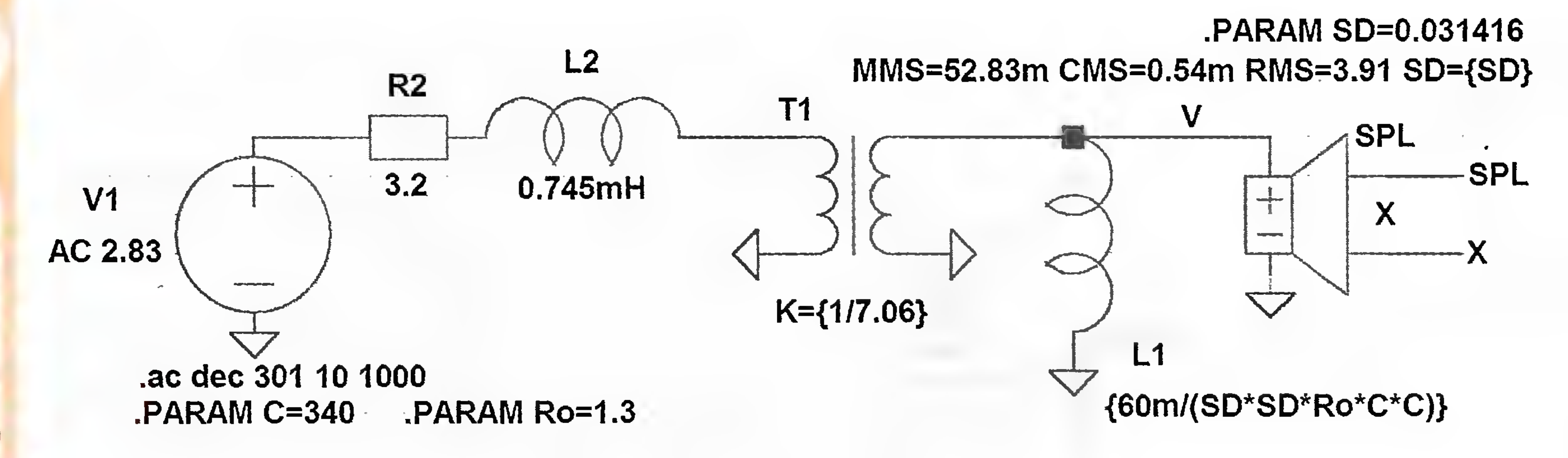


Рис. 6

через катушку ДГ противоположно направлению тока через источник напряжения.

График смещения диффузора (сплошная спадающая с частотой линия на рис. 5,б) умножен на 1000, чтобы получить значение в миллиметрах, и ещё — на $\sqrt{150}$, поскольку возбуждающее напряжение всего 2,83 В и мощность на ДГ равна 2 Вт (импеданс 4 Ом), а максимальная мощность ДГ — 300 Вт, т. е. в 150 раз больше.

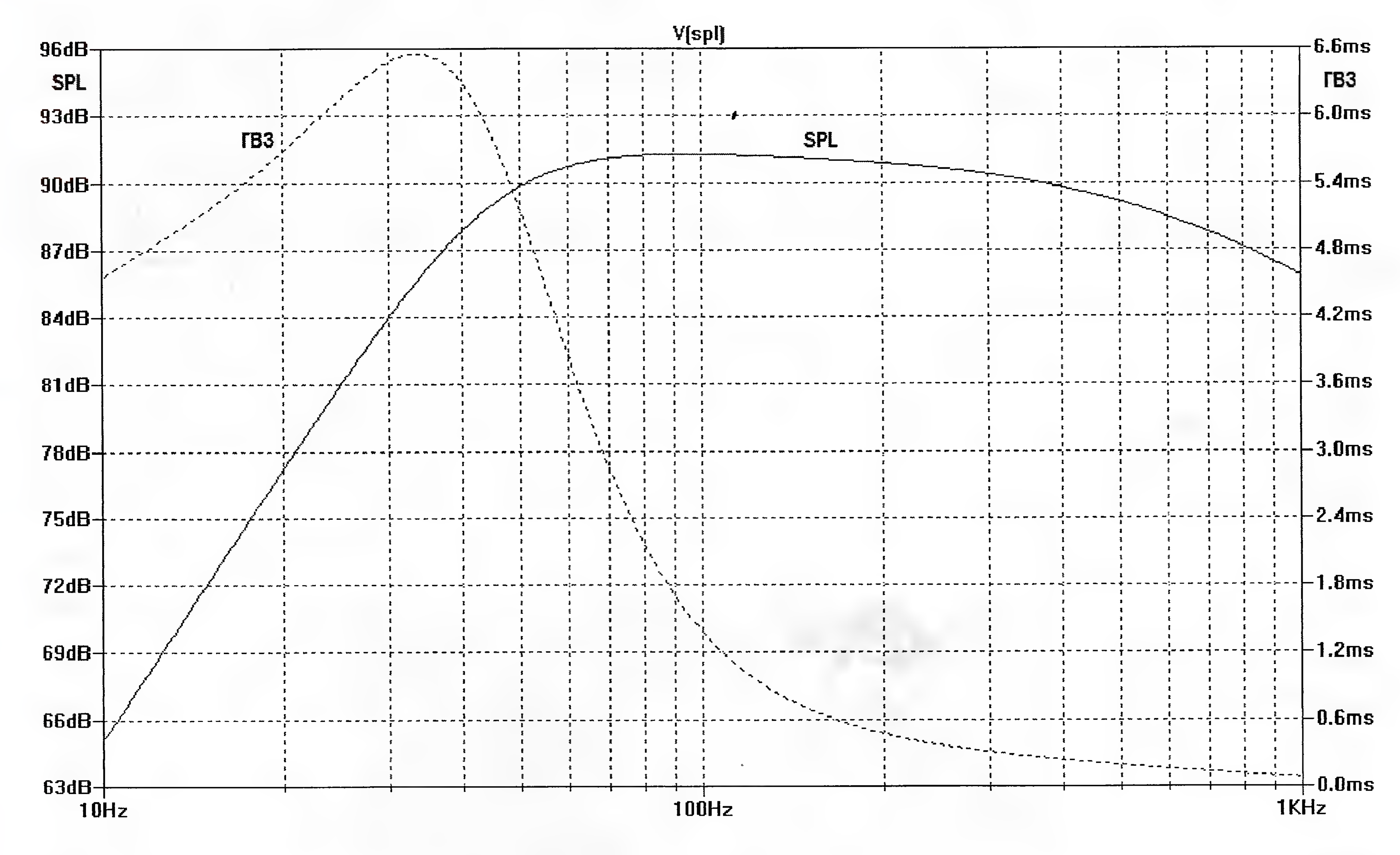


Рис. 7

физическая единица силы (Н) — эквивалент единице тока (А). Пассивное устройство, трансформирующее ток (или напряжение) с некоторым коэффициентом, в электротехнике так и называется трансформатором. Коэффициент трансформации по напряжению будет равен 1/Bl.

В схеме на **рис. 3** ДГ установлена на бесконечном щите, разделяющем акустическое пространство. При этом мы получили скорость V движения диффузора. Поскольку мы знаем площадь диффузора, то её можно пересчитать в звуковое давление по формуле

$P = dV/dt \times S_d \times 10000$,

где коэффициент 10000 учитывает эффективность излучения поверхности в свободное пространство и нормировку относительно порога чувствительности слуха, принятую за 0 дБ.

В программе LT Spice есть возможность задавать источники напряжения по формуле. Формула для источника звукового давления приобретает вид

B1 0 P V={ddt(V(S,M))×{SD}×10K}.

Аналогично можно рассчитать смещение диффузора как интеграл от скорости по времени:

B2 0 X V={idt(V(S,M))}.

Чтобы постоянно не рисовать контур и два источника напряжения, механические элементы ДГ заменены блоком.

Результаты симуляции схемы на **рис. 4** представлены графиками частотных характеристик на **рис. 5**.

Уровень звукового давления SPL (сплошная линия на рис. 5,а) снижается на средних частотах, поскольку расчётные формулы не учитывают сужение диаграммы направленности ДГ с ростом частоты. Такое сужение диаграммы направленности можно учесть в формулах, но здесь это делать не обязательно. Это связано с тем, что уровень SPL рассчитывается на расстоянии 1 м от ДГ, а действие реальной АС надо рассчитывать на расстоянии прослушивания, которое зависит и от конструкции АС.

Чтобы построить график сопротивления АС либо просто ДГ (сплошная кривая с резонансным подъёмом на рис. 5,б), я использовал формулу −2,83/I(V1), где 2,83 — это напряжение источника, знак "минус" означает инверсию фазы: направление тока

Симуляция работы ДГ в оформлении "закрытый корпус"

Объём воздуха представляет собой дополнительный упругий элемент с объёмной гибкостью

$C_v = V/(R_o \times C_0^2)$,

где R_o — плотность воздуха 1,3 кг/м^3, C_0 — скорость звука 340 м/с.

Чтобы привести эту гибкость к диффузору ДГ и получить эквивалентный импеданс, её надо разделить на квадрат площади диффузора:

$L_v = V/(S_d^2 \times R_o \times C_0^2)$.

При выводе результатов симуляции схемы на **рис. 6** программа LT Spice позволяет включить вместо фазы групповое время запаздывания (штриховая линия на **рис. 7**).

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа LT Spice. — <**www.linear.com**>.

2. **Виноградова Э. Л.** Конструирование громкоговорителей со сглаженными частотными характеристиками. — М.: Энергия, 1978.

3. Лаборатория АСА. — <**www.asalab.ru**>.

(Окончание следует)

Стробоскоп для проверки динамических головок и настройки акустических систем

С. МИШЕНКОВ, И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Качество звучания акустических систем определяется многими факторами: амплитудно-частотной характеристикой и её неравномерностью, нелинейностью амплитудной характеристики, интермодуляционными искажениями и наличием различных призвуков, характером переходных процессов и фазочастотной характеристикой. Сегодня разработаны методы расчётов объёмов корпусов акустических систем исходя из получения необходимой частотной характеристики и параметров головок громкоговорителей.

Большинство остальных параметров АС определяются качеством динамических головок, используемых материалов и оцениваются уже при настройке готовых систем. Подбору головок и их доработке, устранению различных призвуков из-за резонансов стенок корпусов может значительно помочь применение стробоскопа, описание которого приведено в этой статье.

В 50—60-х годах прошлого века стробоскопические методы весьма широко применялись для изучения распространения звуковых волн в воде при различных видах моделирования, а также для исследования и доработки динамических головок громкоговорителей. Можно утверждать, что методы стробоскопии забыты напрасно, так как особенно они нужны при разработке акустических систем и их штучной настройке в любительских условиях.

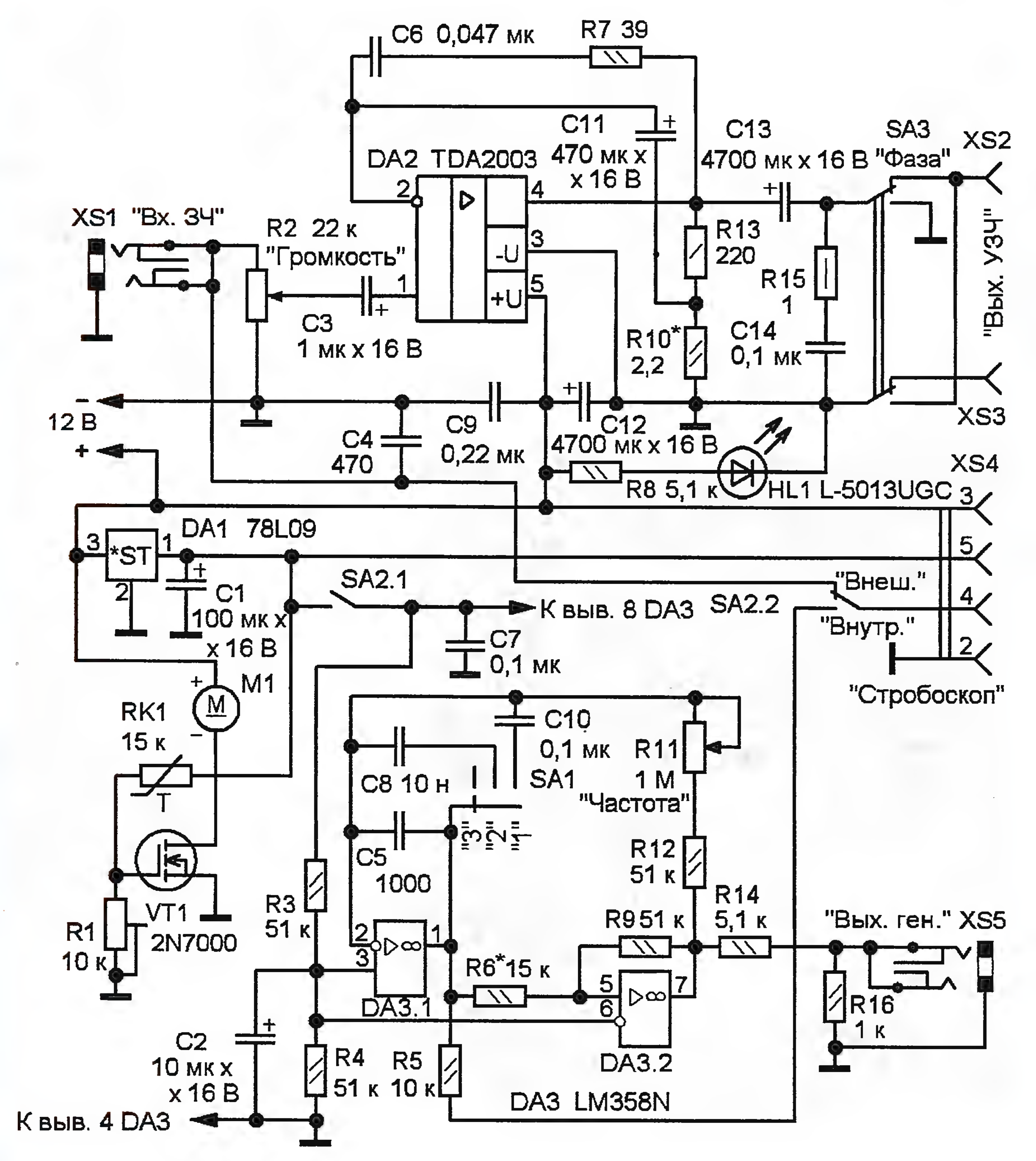


Рис. 1

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Основной принцип стробоскопического исследования колебаний или вращения какого-либо тела состоит в его засветке короткими световыми импульсами с частотой следования, равной или кратной частоте колебаний или вращения. Как бы останавливая тело, совершающее колебательное движение (например, диффузор громкоговорителя), можно обнаружить на нём зоны, колеблющиеся с другими амплитудами или частотами, и затем задемпфировать их каким-либо способом, например, приклеиванием кусочков ваты. При обнаружении паразитных колебаний стенок корпуса акустической системы необходимо увеличить его жёсткость нанесением вибро- и звукопоглотителя. Изменяя временной интервал между началом цикла колебания тела и световым импульсом, можно последовательно просмотреть все состояния колеблющегося тела. Особо интересна точная синхронизация с подаваемым сигналом, в этом случае можно посмотреть все переходные процессы даже в многополосных системах, проконтролировать фазировку головок и фильтров.

Для подобного исследования динамических головок предлагается простой стробоскоп. Конструктивно он состоит из двух частей — базового блока и выносного стробоскопического излучателя. Схема базового блока показана на **рис. 1**. Он содержит УЗЧ с максимальной выходной мощностью 3...8 Вт (в зависимости от сопротивления нагрузки) на микросхеме DA2, включённой по стандартной схеме. Она установлена на теплоотводе, охлаждаемом вентилятором M1. Напряжение сигнала на выходе УЗЧ — громкость — регулируют переменным резистором R2. Исследуемую динамическую головку или акустическую систему подключают к гнёздам XS2, XS3. Переключателем SA3 можно изменять на противоположную фазу подаваемого на эти гнёзда сигнала. Датчик температуры — терморезистор RK1, он установлен на теплоотводе. При его нагревании полевой транзистор VT1 открывается и питающее напряжение поступает на вентилятор. Температуру, при которой вентилятор включается, устанавливают подстроечным резистором R1. На гнездо XS1 подают сигнал амплитудой 1 В от внешнего генератора синусоидальных колебаний. Светодиод HL1 — индикатор включения питания.

На ОУ DA3.1 и DA3.2 собран перестраиваемый по частоте генератор сигналов, на выходе ОУ DA3.2 формируются сигналы прямоугольной (амплитуда 1...1,5 В), а на выходе ОУ DA3.1 — треугольной формы (амплитуда 1 В). Весь диапазон — от нескольких герц до приблизительно 11 кГц — разбит на три поддиапазона (2...200, 120...1500, 1000...11000 Гц), которые выбирают переключателем SA1. Внутри каждого из них частоту плавно регулируют переменным резистором R12. Питают устройство от внешнего стабилизированного блока питания с выходным напряжением 12 В и током до 2 А. Питание генератора сигналов осуществляется от стабилизатора напряжения DA1. Генератор включают выключателем SA2.1.

Стробоскопический излучатель подключают к гнезду XS4. На это гнездо поступают питающие напряжения +12 В, +9 В и синхронизирующий сигнал. Схема излучателя показана на **рис. 2**. Синхронизирующий сигнал через конденсатор C2 поступает на вход пикового детектора, собранного на компараторе DA1.1. Конденсатор C3 — сглаживающий, напряжение на нём складывается из постоянной составляющей (около 4,5 В), определяемой резистивным делителем R1R2, и выпрямленным напряжением синхронизирующего сигнала.

Компаратор DA1.2 сравнивает выходное напряжение пикового детектора с напряжением на резисторе R2, которое складывается из постоянной составляющей резистивного делителя R1R2 и переменной синхронизирующего сигнала. Порог переключения компаратора DA1.2 можно плавно регулировать переменным резистором R4. Если на вход стробоскопического излучателя подать синхронизирующий сигнал, в момент, когда напряжение на движке подстроечного резистора R2 превысит напряжение на движке переменного резистора R4, на выходе компаратора DA1.2 появится напряжение высокого уровня. Транзистор VT1 откроется, и на светодиод EL1 поступит питающее напряжение — он станет светить. При уменьшении сигнала синхронизации компаратор вернётся в исходное состояние, транзистор VT1 закроется и светодиод EL1 погаснет. Так формируются стробоскопические вспышки. При этом обеспечивается "привязка" вспышки к максимуму синхронизирующего сигнала независимо от частоты этого сигнала.

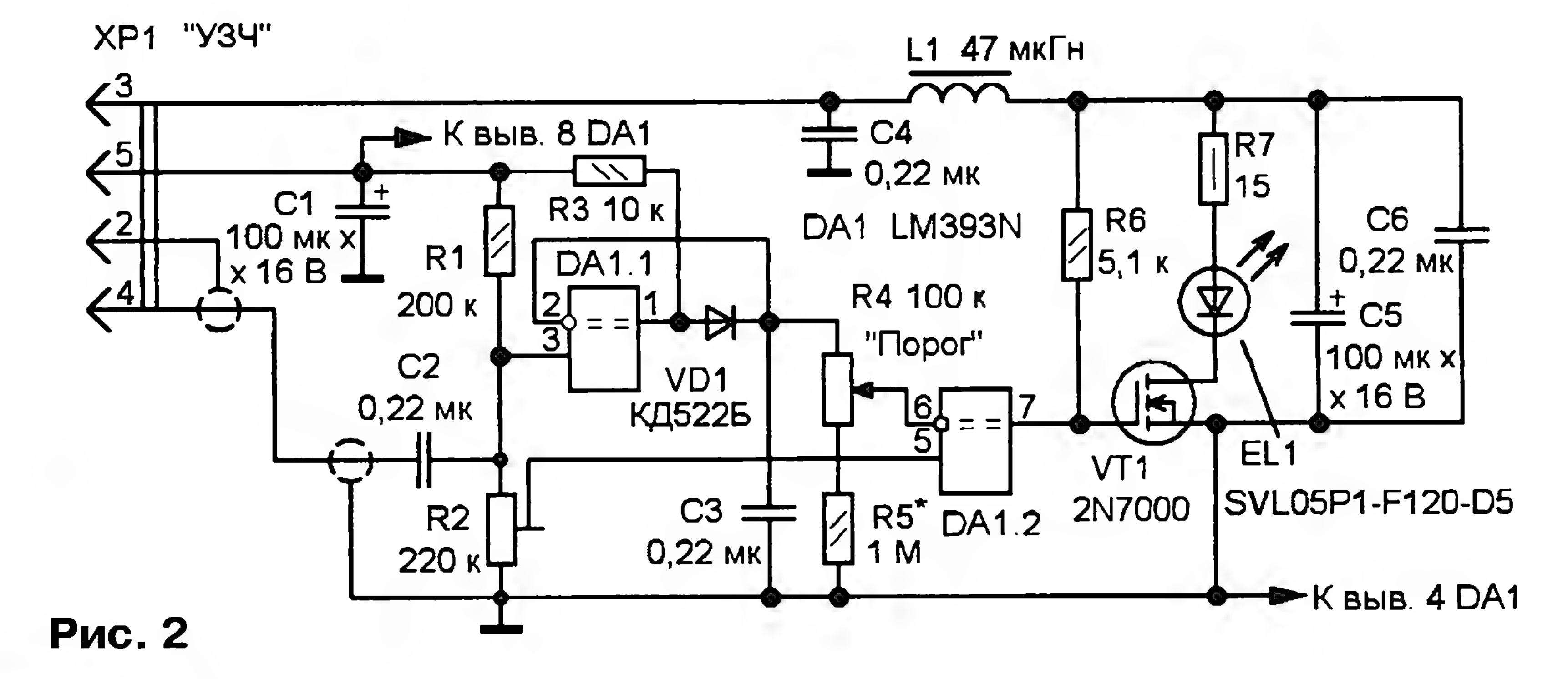


Рис. 2

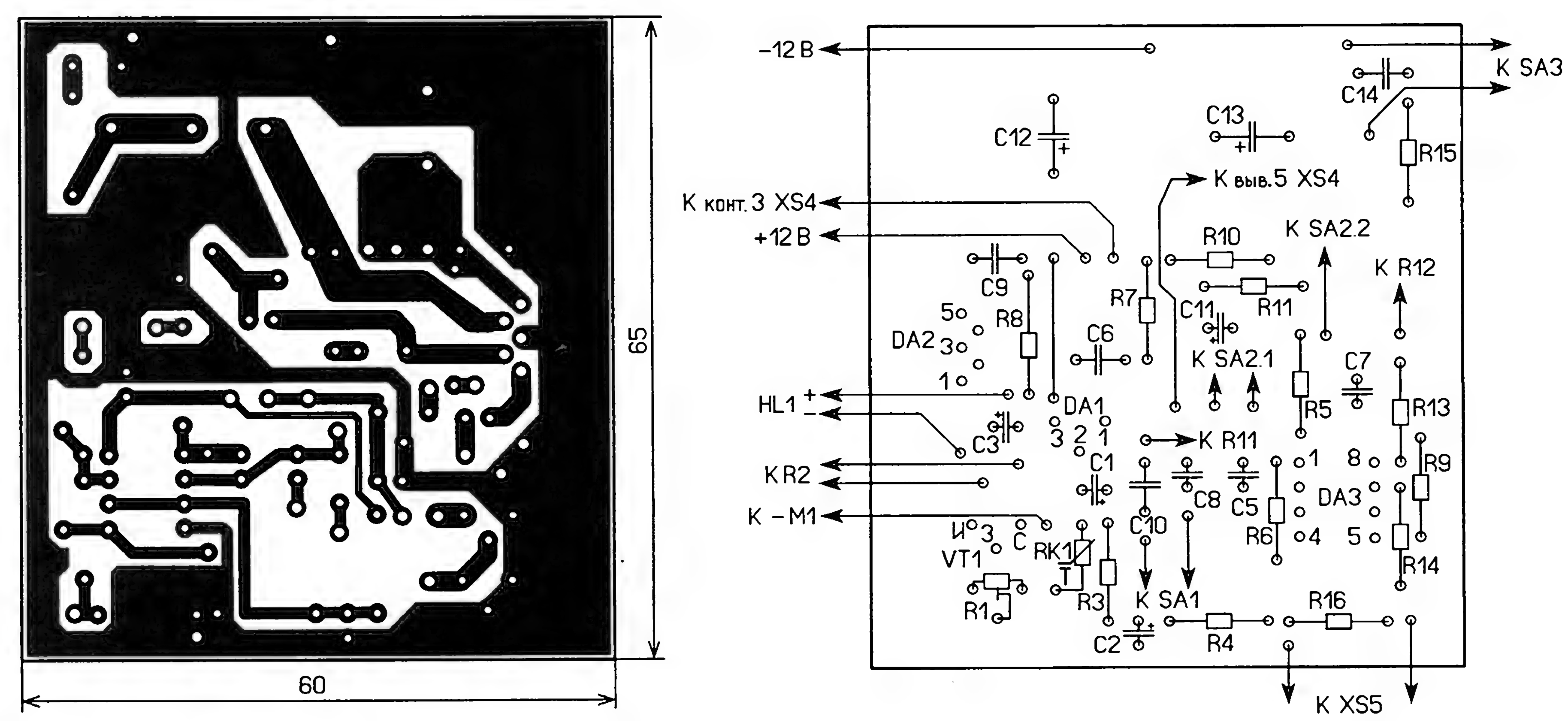


Рис. 3

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05

Длительность вспышки зависит от положения движка переменного резистора R4 и не превышает 10 % от периода синхронизирующего сигнала. Чем меньше длительность вспышки, тем чётче наблюдаемое положение диффузора, но меньше яркость. Применение светодиода SVL05P1-F120-D5 обусловлено требуемым допустимым импульсным током (800 мА) и достаточно большим углом излучения (80°), что необходимо для равномерного освещения диффузоров динамических головок. Питание на светодиод поступает через LC-фильтр C4L1C5C6, который подавляет импульсные помехи.

Большинство элементов базового блока (в том числе и теплоотвод) смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой показан на **рис. 3**. Переключатели, разъёмы, переменный резистор и индикаторный светодиод устанавливают на стенках корпуса подходящего размера, в котором размещают плату. Конденсатор C4 устанавливают на выводах переменного резистора R2. Для обеспечения циркуляции воздуха в корпусе в месте расположения теплоотвода делают несколько десятков отверстий диаметром 2...3 мм. Внешний вид базового блока показан на **рис. 4**.

Все элементы стробоскопического излучателя, кроме светодиода и переменного резистора, смонтированы на односторонней печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1...1,5, её чертёж показан на **рис. 5**. Плата установлена в металлическом корпусе диаметром 24 и длиной 83 мм от карманного фонаря (**рис. 6**) и соединена с базовым блоком жгутом длиной около 1 м. Взамен выключателя фонаря установлен переменный резистор, на его выводах держится плата (**рис. 7**).

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, Р1-4, подстроечные СП3-19, переменные СП4-1, СПО, терморезистор ММТ-1, оксидные конденсаторы — импортные, остальные — выводные К10-17 или для поверхностного монтажа К10-17в, в последнем случае их устанавливают со стороны печатных проводников. Дроссель — серии RLB0812 индуктивностью 27...47 мкГн или другой выводной с той же индуктивностью и допустимым током не менее 0,4...0,5 А. Теплоотвод и вентилятор — от компьютера. Переключатели SA1 и SA2 — движковые, SA3 — МТ3, гнёзда XS1, XS5 — телефонные стереофонические диаметром 3,5 мм, XS4 — ОНЦ-ВГ-4-5/16Р, XS2, XS3 — любые подходящие.

Налаживание сводится к установке подборкой резистора R6 (в базовом блоке) амплитуды 1 В сигнала треугольной формы на выходе ОУ DA3.1. В стробоскопическом излучателе при отсутствии синхронизирующего сигнала движок резистора R2 устанавливают в положение, при котором светодиод включается вблизи крайнего положения движка резистора R4.

Динамическую головку подключают к базовому блоку и подают на его вход переменное напряжение амплитудой 1 В от внешнего генератора. Регулятором громкости устанавливают требуемый уровень сигнала. Переключатель SA2 устанавливают в положение "Внешний". Переменным резистором R4 "Порог" в излучателе устанавливают яркость вспышек, близкую к минимальной, и освещают диффузор вспышками. При отсутствии сигнала диффузор динамической головки находится в исходном положении. После подачи сигнала, в зависимости от положения переключателя SA3, диффузор будет "находиться" в нижнем или верхнем положении. Изменяя громкость, меняют отклонение диффузора от исходного положения. Следует учесть, что с увеличением частоты амплитуда колебаний диффузора уменьшается. Яркость вспышек регулируют резистором R4 "Порог", с её увеличением "изображение" будет размываться.

Чтобы провести наблюдение перемещения диффузора динамической головки, включают режим внутренней синхронизации (переключатель SA2 — в положении "Внутренний"). Одновременно с включением питания генератора в базовом блоке на вход стробоскопического излучателя с выхода генератора поступает сигнал треугольной формы. Частота колебаний диффузора и частота вспышек при этом различаются, и эту разницу устанавливают переменным резистором R12 "Частота". При разности частот 1 Гц и менее можно наблюдать перемещение диффузора.

В качестве внешнего генератора можно применить как автономный генератор, так и персональный компьютер со звуковой картой и соответствующим программным обеспечением. Частотомер может быть тоже автономным или "компьютерным", его подключают к гнезду XS5 "Выход генератора". Пользоваться стробоскопом следует в затемнённом помещении, поскольку яркость вспышек относительно невелика.


Рис. 4


Рис. 6

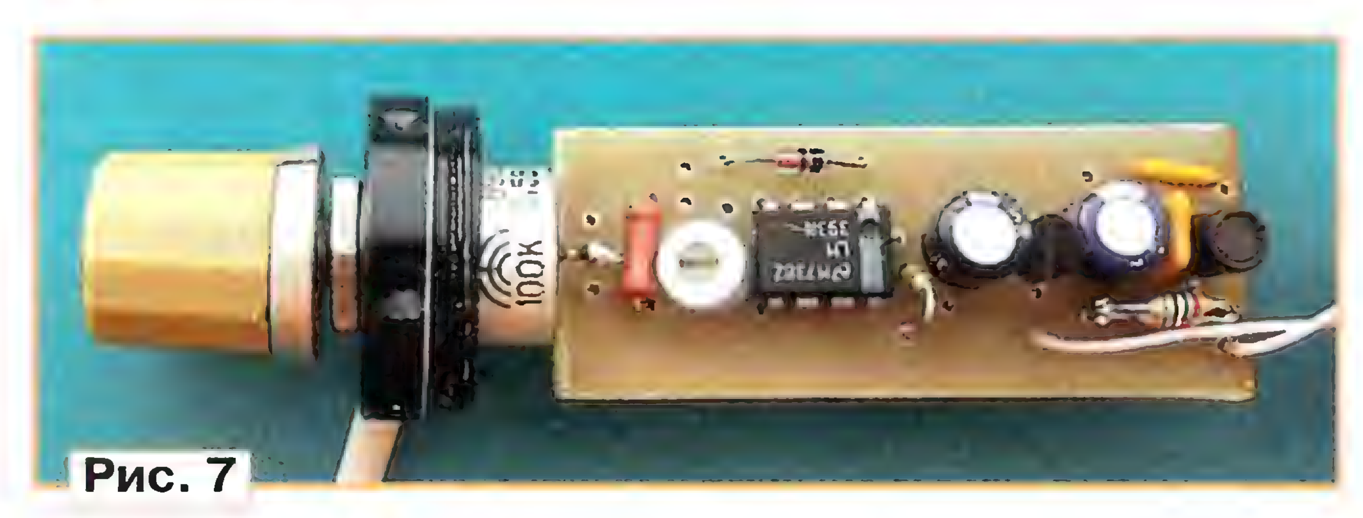


Рис. 7

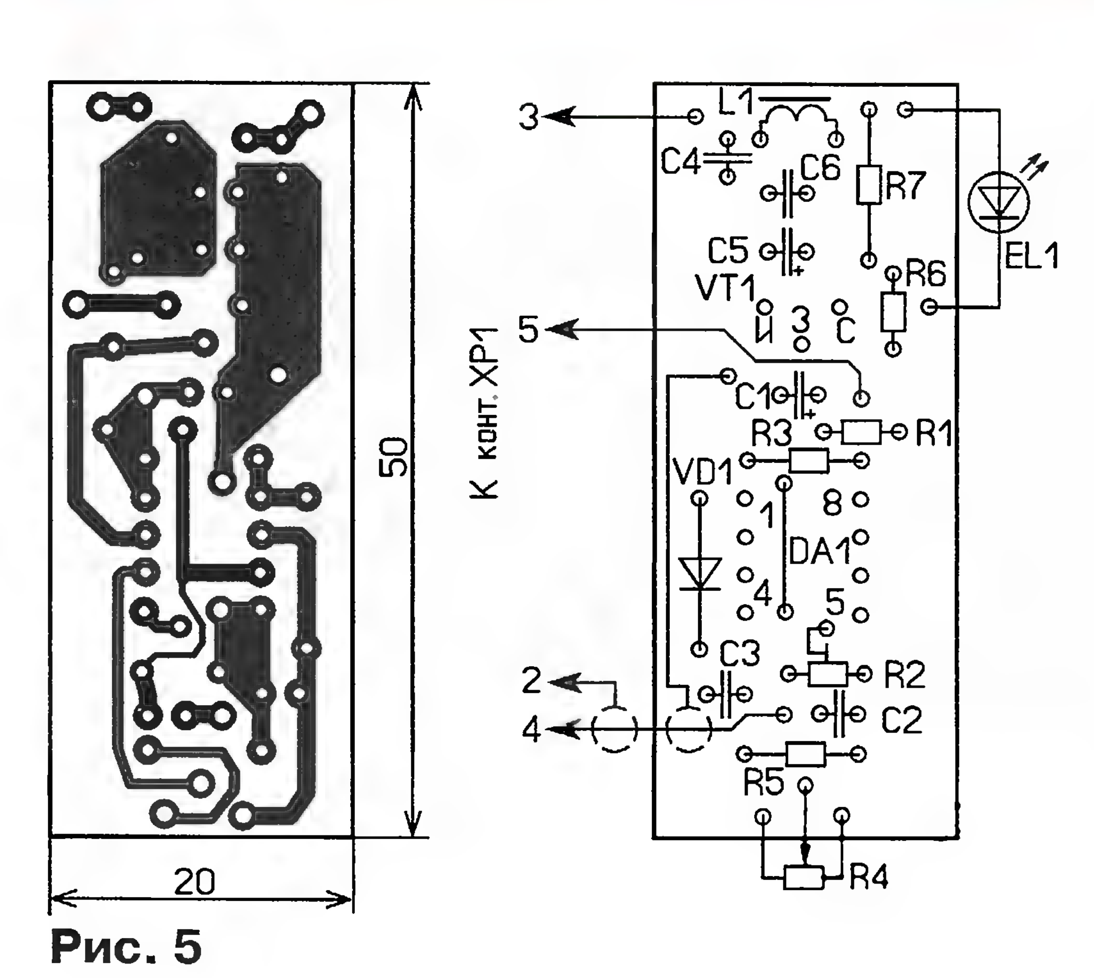


Рис. 5

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

С 1 августа 2013 г. "Ростелеком" вводит новые тарифы на услуги проводного радиовещания для всех категорий пользователей в шестнадцати регионах Центрального федерального округа. Это — Белгородская, Брянская, Владимирская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Липецкая, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Тульская и Ярославская области. Тариф на предоставление доступа к сети проводного радиовещания, а также стоимость пользования основной абонентской радиотрансляционной точкой составят 114 руб. (источник: **http://rosinvest.com/novosti/1039123**).

ВОРОНЕЖ. На частоте 101,1 МГц началось вещание радиостанции "Радио Energy".

ЕКАТЕРИНБУРГ. В этом городе с 1 июля на частоте 98,9 МГц появилась новая радиостанция "Дорожное радио". Она заменила ранее вещавшую здесь станцию "Наши песни". Слоган новой радиостанции: "Вместе в пути!"

С 10 июля 2013 г. православная радиостанция Екатеринбургской епархии "Воскресение" (не путать — именно так, а не "Воскресенье") запустила вещание в следующих населённых пунктах Свердловской области: г. Артёмовский — на частоте 73,22 МГц, пос. Бисерть — на частоте 70,1 МГц, г. Ивдель — на частоте 70,16 МГц, с. Клевакинское — на частоте 68,78 МГц, п. Санкино — на частоте 69,71 МГц, г. Талица — на частоте 66,71 МГц.

В июне этого года отмечен 10-летний юбилей с начала вещания этой радиостанции (ещё одно её название — "Православный канал "Воскресение").

ИЖЕВСК. 3 июля председатель телерадиокомпании "Мир" Радик Батыршин в Ижевске официально дал старт вещанию в регионе радиостанции "Мир". Слоган "Первое доброе радио" звучит теперь на частоте 92 МГц. К сентябрю продолжительность региональных блоков достигнет одного часа, а позже — четырёх часов.

КАЗАНЬ. 1 июля 2013 г. началось вещание радиостанции "Радио Energy" в столице Татарстана на частоте 92,3 МГц.

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ. "Радио Energy" теперь можно слушать и в городе Междуреченске на частоте 103,3 МГц.

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. В городе Горячий Ключ начало работу "Радио Romantika". Частота вещания — 89,9 МГц.

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ. 7 июля в городе Боровичи на частоте 102,9 МГц началась трансляция новой для региона радиостанции "Радио Ваня". Это музыкальное коммерческое радио, ориентированное на лёгкую развлекательную музыку.

ОРЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ. Первая орловская FM-радиостанция расширяет границы вещания, с июля "Экспресс-радио Орёл" можно слушать во Мценске на частоте 102,8 МГц. Этот город стал пятым в региональной сети радиостанции. Помимо Мценска, "Экспресс-радио Орёл" вещает также в городах: Орёл — на частоте 100,4 МГц, Ливны — на частоте 100,8 МГц, Болхов — на частоте 103,2 МГц, Дмитровск — на частоте 99,4 МГц. Станция впервые вышла в эфир областного центра 1 апреля 1992 г., вещает в течение 18 часов в сутки.

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. К региональной сети вещания "Радио Дача" присоединился город Чайковский, частота вещания — 104,2 МГц.

РЕСПУБЛИКА КОМИ. В сентябре этого года в Сыктывкаре будет запущено вещание нового для города радио "Мир". Музыкальный формат радиостанции включает в себя композиции отечественных исполнителей 70—90-х годов. Целевой аудиторией радио "Мир" являются слушатели возрастной группы старше 35 лет, рождённые в СССР. Ещё одна отличительная особенность радиовещания — каждые полчаса в прямом эфире появляются эксклюзивные новости политики, экономики и культуры от собственных корреспондентов в бывших странах СНГ и различных городов России. Звучать отечественная "классика" будет на частоте 105,6 МГц.

ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ. 5 июля, одновременно с открытием всероссийского фестиваля "Нашествие", стартовало вещание радиостанции "Наше радио" в городе Конаково на частоте 104,5 МГц. Также в планах развития другие города области: Бологое, Торжок, Вышний Волочёк. Радиостанция "Наше радио" — одна из ведущих российских радиостанций, входит в состав "Мультимедиа Холдинга" ("Национальная служба новостей", радиостанции "Best FM", "Rock FM", "Ru FM", "Ultra" и др.).

ЯРОСЛАВЛЬ. 19 июля в Ярославле на частоте 103,3 МГц началось вещание "Радио Дача".

СЕТЕВЫЕ РАДИОСТАНЦИИ. Сеть радиостанции "Авторадио" пополнилась следующими городами России: Алейск (Алтайский край) — частота вещания 101,8 МГц, Верхняя Салда (Свердловская обл.) — частота 101,9 МГц, Кольчугино (Владимирская обл.) — частота 102,6 МГц, Бежецк (Тверская обл.) — частота 102,4 МГц, Славгород (Алтайский край) — частота 105,8 МГц, Туапсе (Краснодарский край) — частота 104,6 МГц, Соль-Илецк (Оренбургская обл.) — частота 107,9 МГц.

Не менее активно расширяется сеть радиостанции "Юмор FM", её программы стали транслироваться в городах: Аша (Челябинская обл.) — на частоте 103,2 МГц, Смоленск — на частоте 107,7 МГц, Усть-Илимск (Иркутская обл.) — на частоте 104,1 МГц, Калуга — на частоте 106,6 МГц, Петушки (Владимирская обл.) — на частоте 98,3 МГц, Кольчугино (Владимирская обл.) — на частоте 99,1 МГц. В ближайшее время "Юмор FM" зазвучит и в городе Тверь.

Радиостанция "Love Radio" начала транслировать свои программы в девяти городах России на частотах: Омск — 105 МГц, Вязники — 90,1 МГц, Удомля — 90,7 МГц, Саров — 101,5 МГц, Каменск-Уральский — 107,8 МГц, Чайковский — 91,6 МГц, Артём — 90,1 МГц, Матвеев-Курган — 107 МГц. Общее число городов вещания радиостанции на данный момент составляет 123.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

АВСТРАЛИЯ. Радиостанция "Радио Австралия" с 21 июля прекратила радиовещание на китайском и индонезийском языках, которое велось в направлении Юго-Восточной Азии. Пока нет данных, на какое время останутся в эфире передачи станции на английском языке.

ГРЕЦИЯ. Депутаты парламента Греции 20 июля утвердили закон о новом общественном телевидении NERIT, призванном заменить государственное "Греческое радио и телевидение" (ERT), закрытое 11 июня. Вскоре было опубликовано извещение о временном наборе двух тысяч сотрудников в NERIT. Принятые на работу сотрудники вначале подпишут двухмесячный контракт, затем он может быть продлён (источник: **http:// www.aif.ru/politics/news/412462**).

ИЗРАИЛЬ. После 65 лет вещания радиостанция "Kol Israel" ("Голос Израиля") прекратила последнюю существовавшую коротковолновую трансляцию на языке фарси в направлении Ирана. Это произошло в июле 2013 г. Давние слушатели станции помнят, что несколько лет назад было прекращено её КВ-вещание на английском, французском, испанском, португальском, грузинском, русском и многих других языках.

ИСПАНИЯ. Профсоюзы, представляющие интересы работников корпорации "Национальное радио и телевидение Испании" (РТИ), подписали с руководством корпорации соглашение, предусматривающее снижение заработной платы её сотрудников в среднем на 7,5 %. Это позволит ежегодно экономить около 20 млн евро и поможет несколько смягчить вероятность финансового коллапса государственного радио и телевидения, вызванного в первую очередь резким сокращением государственных субсидий на его нужды.

Другой причиной катастрофического финансового положения корпорации стала отмена права передачи по каналам государственного радио и телевидения рекламы, которая в нынешней неблагоприятной экономической ситуации, несмотря на существование закона о запрете, стала возвращаться на экраны.

Всё это поставило "Национальное радио и телевидение Испании" перед дилеммой: или сокращать персонал, а значит, объём и качество вещания, или уговаривать сотрудников пойти на вре-

---

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 4 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

менные жертвы и согласиться на снижение заработной платы. В обмен руководство РТИ обещает сохранить нынешнюю структуру корпорации и производство собственных программ, а также как минимум два года не ставить вопрос о сокращении персонала (источник: **http://www.itar-tass.com/c95/805295.html**).

"Русское радио" стало первой русскоязычной радиостанцией на острове Майорка — 4 июля состоялась торжественная церемония по случаю открытия "Русского радио Майорка", частота вещания — 104,2 МГц.

Российскую радиостанцию "Авторадио" можно теперь слушать в городе Бенидорм на частоте 107,1 МГц.

КАЗАХСТАН. Вещание российской радиостанции "Love Radio" началось в городе Степногорске на частоте 104,8 МГц.

СИРИЯ. "Радио Дамаск" отмечено с программами на русском языке с 05.30 до 6.00 UTC на средневолновой частоте 783 кГц (вещание для Израиля). Все коротковолновые передачи из Сирии с начала военных действий полностью прекращены.

ТАЙВАНЬ. "Международное радио Тайваня" сократило объём трансляций на некоторых языках: амой, китайский, испанский, английский, хакка, тайский в связи с уменьшением финансирования.

ФИНЛЯНДИЯ. В пяти городах Финляндии зазвучала российская радиостанция "Наше радио": в Хельсинках — на частоте 106,9 МГц, Порвоо — на частоте 107,6 МГц, Котке — на частоте 107,2 МГц, Лаппеенранте и Иматре — на частоте 102,1 МГц.

Вещание предназначено для проживающих в стране по официальным данным 67 тысяч русскоязычных жителей, а также для около пяти миллионов туристов из России.

Хорошего приёма и 73!

Позвони компьютеру...

Ю. ШОМНИКОВ, пгт Верховье Орловской обл.

Программ управления компьютером через Интернет в настоящее время предлагается немало. Но что делать, если компьютер не имеет подключения к Интернету, а возникает необходимость выполнить какое-либо простое задание, находясь в удалении от него (перезагрузить, выключить, запустить какую-либо программу)?

Предлагаю программу "Дворецкий.exe", которая запускает заранее выбранное пользователем задание по звонкам с определённых телефонных номеров. При этом не тратится трафик и не изменяется баланс абонентского счёта.

В показанном на **рис. 1** окне программы имеются три поля для ввода номеров телефонов, с которых будет происходить управление. Хотя бы одно из них должно быть обязательно заполнено. Индикаторы напротив полей ввода номеров включаются в случае успешного определения соответствующего номера сотовым телефоном, соединённым с компьютером.

Его подключают любым способом (порты IrDA, Bluetooth, USB, COM). Единственное условие — с этим телефоном операционной системой компьютера должен быть сопоставлен физический или виртуальный COM-порт, через который компьютер будет взаимодействовать с ним, как с модемом. Номер именно этого порта указывают в соответствующем поле ввода.

Выполняемым по звонку заданием может быть запуск любого имеющегося в компьютере исполняемого файла. В качестве примеров к статье приложены файлы "выключение компьютера.exe" и "перезагрузка компьютера.exe". Если их использовать в качестве заданий, по звонку компьютер будет выключен либо перезагружен.

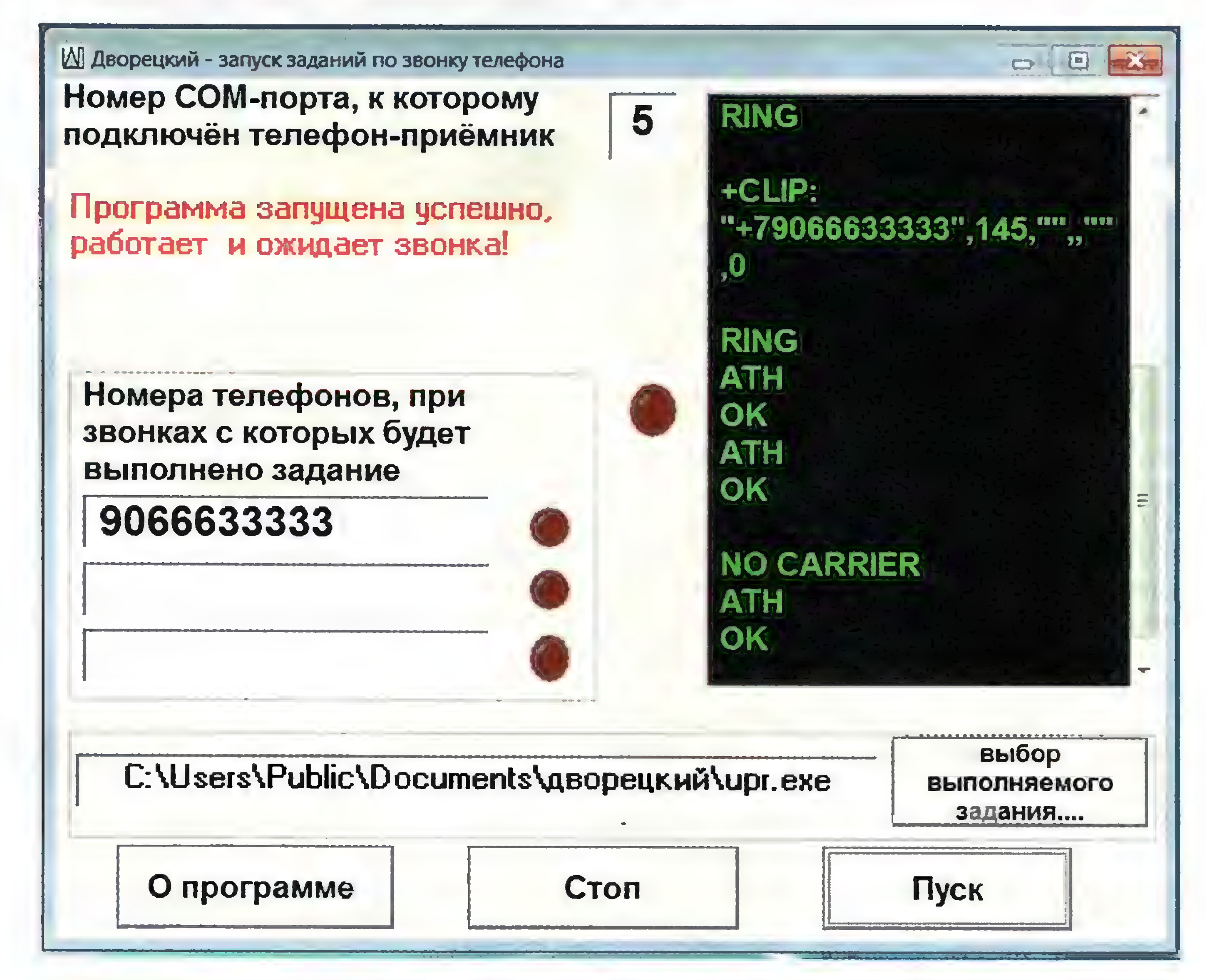


Рис. 1

Все введённые параметры автоматически сохраняются в файле "dn.ini". Единственное, что можно, открыв файл в любом текстовом редакторе, ввести вручную значение параметра p6. Но присвоить ему значение 1 требуется только в случае, если необходим автоматический запуск программы "Дворецкий.exe" после загрузки операционной системы. Ну и, конечно, для этого её исполняемый файл должен быть добавлен в папку "Автозагрузка".

При запуске программы и нажатии на экранную кнопку "Пуск" открывается COM-порт, к которому подключён телефон и ему подаются следующие AT-команды (их подробное описание можно найти в [1]):

ATI3 — сообщить наименование модели модема и номер версии его программного обеспечения;

AT+CLIP=1 — включить опознавание номера телефона, с которого поступил входящий звонок.

После каждой команды происходит проверка ответов телефона на наличие в них буквосочетания OK. Все команды и ответы на них выводятся в окно программы, что позволяет визуально контролировать её работу. В частности, после команды **ATI3** в этом поле в случае правильного соединения компьютера с сотовым телефоном можно увидеть название последнего. После удачных проверок выдаётся сообщение "Программа запущена успешно, работает и ожидает звонка". В противном случае — сообщение с указанием возможных ошибок и рекомендуемых действий.

Команда **AT+CLIP=1** включает опознавание номера звонящего. Все опознанные номера направляются на проверку совпадения с номерами, введёнными пользователем. В случае совпадения включается индикатор рядом с полем, в котором указан номер позвонившего телефона, и запускается программа-задание.

Последняя команда в этом цикле — **ATH**. Она подаётся через 2 с после запуска задания и означает "отменить все вызовы". Так что фактически соединения со звонящим телефоном не происходит и средства на счетах обоих

телефонов (звонившего и подключённого к компьютеру) остаются неприкосновенными. Звонки с номеров, не прошедших проверку на соответствие, игнорируются.

Следует учитывать, что программы-задания должны быть короткими по времени исполнения и самозавершающимися. Иначе в результате многократных звонков на компьютер могут оказаться одновременно работающими несколько экземпляров одной и той же программы. Это может привести к исчерпанию ресурсов компьютера и сбою в его работе.

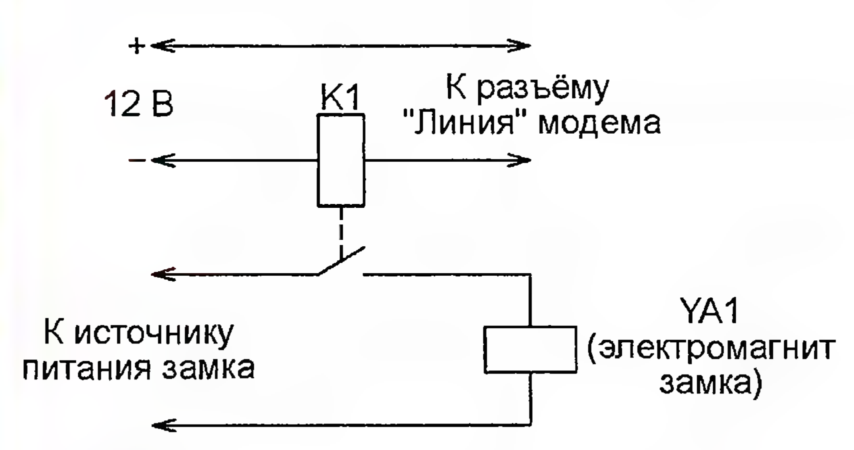


Рис. 2

Один из возможных вариантов применения программы "Дворецкий.exe" представляется мне особенно интересным. Это работа в системе управления доступом. Запуск по звонку другой программы, которая подаёт команду на исполнительное устройство — привод электрозамка, позволит, например, трём членам семьи использовать свои сотовые телефоны как ключи к входной двери. Ну а дистанционное управление приводом гаражных ворот избавит от необходимости выходить из автомобиля для их открывания и закрывания.

В качестве устройства сопряжения компьютера с электромеханическим замком я использовал аналоговый модем, встроенный в ноутбук и давно уже с развитием ADSL-технологий не используемый по назначению. Принцип работы такого "комплекса" описан в моей статье [2], а схема соединения электромагнита замка YA1 с модемом изображена на **рис. 2**. Реле K1 можно использовать любое с обмоткой на 12 В, рабочим током обмотки не более 80 мА и контактами, позволяющими коммутировать ток, указанный в паспорте электрозамка.

На **рис. 3** показано, как выглядит окно работающей программы для управления электромеханическим замком "zamok.exe". Запустив её, требуется в первую очередь указать номер COM-порта, к которому подключён модем, воспользовавшись рекомендациями из статьи [2].

Число в поле "Длительность импульса, с" означает, сколько секунд на обмотку реле K1 будет подаваться напряжение при исполнении команды. Если указать здесь 0, то реле будет включено и останется включённым до повторного звонка. Такое свойство полезно, если, например, вместо электрозамка реле управляет лампой освещения. К тому же именно с нулевым значением в поле "Длительность импульса, с" проще управлять въездными воротами. Все введённые значения сохраняются в файле "com I dlit.ini".

В программе "Дворецкий.exe" в качестве выполняемого задания должна быть указана программа "upr.exe", а не "zamok.exe". Взаимодействуют эти три программы следующим образом. Как только "Дворецкий.exe" идентифицирует входящий звонок как "свой", он запустит на исполнение программу "upr.exe". Вся её работа заключается в создании файла "vr.ini", в котором значение параметра P1 при каждом её новом запуске увеличивается на 1. Программа не имеет окна, и её работа никак не отображается на экране компьютера.

Программа "zamok.exe" периодически проверяет содержимое файла "vr.ini". Если параметр P1 равен или больше 1, то открывается COM-порт, к которому подключён модем, управляющий реле K1. Подаётся AT-команда **ATH1** (снять трубку), что приводит к

zamok-компьютер включает и выключает устройство через модем

Номер COM-порта, к которому подключен модем 3

Длительность импульса, с 0

О программе **Сброс** **Включить**

Рис. 3

срабатыванию реле. Через время, указанное в поле "Длительность импульса, с", подаётся AT-команда **ATH0** (положить трубку), что обесточит обмотку реле. Затем COM-порт закрывается, а параметру P1 в файле "vr.ini" присваивается нулевое значение.

В случае, если длительность импульса в программе "zamok.exe" задана нулевой, алгоритм немного иной. После AT-команды **ATH1** происходит периодическая проверка значения параметра P1 в файле "vr.ini". И как только оно станет равным 1, а это произойдёт после очередного звонка в программу "Дворецкий.exe", подаётся AT-команда **ATH0**, COM-порт закрывается и в файл "vr.ini" записывается нулевое значение параметра P1.

Имеющимися в окне программы "замок.exe" экранными кнопками "Включить" и "Сброс" можно управлять реле K1 вручную. Это же можно делать, создав на рабочем столе ярлык программы "upr.exe" и запуская её при необходимости, что в комплекте с веб-камерой, установленной у входной двери с электрозамком, с успехом заменит домофон. Вообще же, отредактировав файл "vr.ini", управлять программой "zamok.exe" может любая программа.

Следует иметь в виду, что многие программы и сама операционная система компьютера периодически пытаются подключиться к Интернету для получения обновлений или других целей. Поэтому, если телефон, соединённый с компьютером, определился как модем, то необходимо проверить настройки браузера и сетевые подключения на предмет невозможности подключения к Интернету через этот модем. Иначе средства на абонентском счёте могут быть израсходованы бесполезно, а защищённость компьютера от возможных взломов и вирусных атак ухудшится.

Конечно, использовать даже морально устаревший компьютер только для отпирания двери расточительно, но если он работает постоянно, выполняя и другие функции, то, по моему мнению, вполне приемлемо. Напоследок ещё одно предупреждение для тех, кто воспользуется компьютером именно для управления доступом. Учитывайте, что существуют возможность отключения электроэнергии, сбои, вирусы, отказы оборудования и тому подобные неприятности. Обязательно предусмотрите аварийный способ отпирания замка. Например, используйте замок, отпираемый не только электромагнитом, но и обычным ключом.

ЛИТЕРАТУРА

1. AT-команды. Руководство по использованию AT-команд для разработчиков телекоммуникационного оборудования. — ЗАО "Компэл", 2005.

2. **Шомников Ю.** Включение и выключение внешнего устройства с помощью модема. — Радио, 2010, № 5, с. 21.

От редакции. *Описанные в статье программы находятся по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/09/pozvoni.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Микроконтроллеры STM32 и отладочные платы для них

Д. ЕЛЮСЕЕВ, г. Санкт-Петербург

Уже много лет радиолюбители применяют восьмиразрядные микроконтроллеры семейств PIC и AVR. Они популярны благодаря низкой цене, наличию подробной документации, простоте программирования и лёгкости монтажа. Однако довольно часто бывают случаи, что мощности такого микроконтроллера для решения поставленной задачи недостаточно. Самый простой пример — частотомер или генератор сигналов на микроконтроллере, где максимальная измеряемая или генерируемая частота напрямую зависит от скорости обработки или вывода информации.

Помимо скорости, восьмиразрядные микроконтроллеры имеют и другие ограничения, например, во многих моделях AVR всего один аппаратный последовательный порт, что не позволяет получать информацию от внешнего устройства и одновременно пересылать результаты её обработки потребителю. Не говоря уже о таких "банальных" вещах, как вывод информации на графический индикатор, требующий больших ресурсов как скорости, так и памяти. После анализа ряда таких ограничений у автора возникла мысль о переходе на микроконтроллеры семейства STM32.

Рис. 1

Для примера рассмотрим два микроконтроллера одной ценовой категории — STM32F103C6 и ATmega328P. Их сравнительные параметры приведены в **табл. 1**. Результаты сравнения даже несколько удивляют. 32-разрядный микроконтроллер не только мощнее восьмиразрядного практически по всем параметрам, но при этом дешевле. Разумеется, паять микроконтроллер с шагом выводов 0,5 мм в домашних условиях не так-то просто. К счастью, в большинстве случаев этого и не требуется — на рынке имеется множество разновидностей отладочных плат с микроконтроллерами семейства STM32, достаточных для различных применений. Рассмотрим их более подробно.

Таблица 1

Тип микроконтроллера	ATmega328P	STM32F103C6
Разрядность процессора	8	32
Корпус	TQFP32	LQFP48
Шаг выводов, мм	0,8	0,5
Тактовая частота, МГц	20	72
Объём FLASH-памяти, Кбайт	32	32
Объём ОЗУ, Кбайт	2	10
Число USART	1	2
Число 16-разрядных таймеров	1	2
Число линий ввода–вывода	23	37
Ориентировочная цена, руб.	270	210

STM32F4-DISCOVERY

Эта плата (она изображена на **рис. 1**), пожалуй, наиболее удобна для начинающих изучение микроконтроллеров STM. Во-первых, она имеет большой набор периферийных устройств. Помимо микроконтроллера, на плате установлены микроэлектромеханический акселерометр, микрофон, аудиоЦАП, два разъёма USB, кнопка и четыре светодиода. Выводы микроконтроллера выведены на контактные площадки для монтажа штыревых разъёмов у левого и правого краёв платы, что позволяет легко подключать к ним все необходимые внешние устройства. Установленный на плате микроконтроллер STM32F407VGT6 имеет весьма неплохие параметры: 1 Мбайт FLASH-памяти, 192 Кбайт ОЗУ и тактовую частоту 168 МГц.

И наконец, плата оборудована встроенным отладчиком ST-LINK/V2, который можно использовать для отладки программ не только на имеющемся на плате микроконтроллере, но и на микроконтроллерах того же семейства, находящихся на других платах. Переключение на них выполняется с помощью съёмной перемычки и разъёма SWD.

Цена платы — около 800 руб., что можно считать вполне приемлемым.

STM32F103RBT6 Development Board

Следующим интересным вариантом является отладочная плата с микроконтроллером STM32F103RBT6 (**рис. 2**). Он несколько слабее, чем установленный на предыдущей плате — тактовая частота 72 МГц, 128 Кбайт FLASH-памяти и 20 Кбайт ОЗУ, однако периферийные устройства весьма интересны. Имеются сенсорный TFT-экран с разрешением 320×240 пкс и диагональю 2.8′, встроенный USB-порт для обмена информацией с компьютером, разъём для карты памяти SD, часовой кварц на 32768 Гц, отсек для элемента питания часов реального времени и разъём ST-LINK для отладки программ.

Цена этой платы также около 800 руб., но следует заметить, что встроенного отладчика на ней нет. Для загрузки про-



Рис. 2

грамм необходимо либо приобрести отдельный отладчик ST-LINK, либо использовать вместо него рассмотренную выше плату STM32F4-DISCOVERY.

Maple Mini

Бросается в глаза внешнее сходство этой платы (**рис. 3**) с широко известными модулями Arduino. И это не случайно. Плата Maple Mini и была разработана как замена Arduino Nano. Язык программирования и среда разработки для устанавливаемых в Arduino микроконтроллеров семейства AVR были адаптированы под семейство STM. На интернет-странице **http://leaflabs.com/docs/maple-quickstart.html** можно найти подробную информацию о языке программирования и среде разработки Maple IDE.

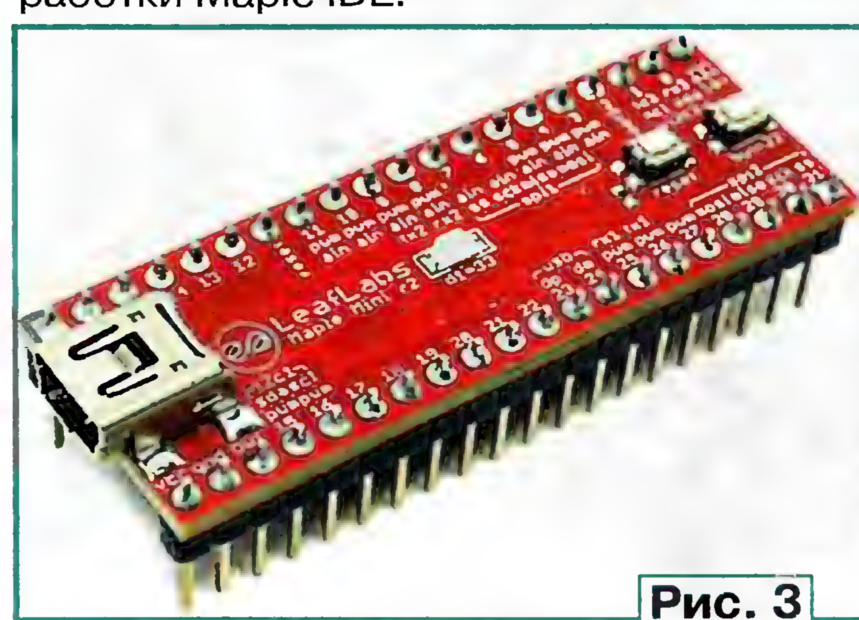


Рис. 3

Отладочная плата имеет микроконтроллер STM32F103CBT6, работающий на тактовой частоте 72 МГц, имеющий 128 Кбайт FLASH-памяти и 20 Кбайт ОЗУ, что, несомненно, больше, чем в любом модуле Arduino. И тем больший плюс, что среда разработки практически не изменилась.

Отдельно заметим, что несмотря на миниатюрные размеры, Maple Mini предоставляет весьма разнообразную периферию: 34 линии ввода/вывода, два интерфейсных канала SPI и два I^2C, три последовательных порта. Это позволяет с успехом применять её в различных любительских разработках. Благодаря малым размерам Maple Mini может быть встроена непосредственно в разрабатываемое устройство.

Оригинальную плату Maple Mini можно приобрести за 35 долл. США на сайте её разработчиков. Ещё 5 долл. США будет стоить доставка. Копия платы, изготовленная в Китае, обойдётся вдвое дешевле.

Программное обеспечение

Существуют несколько вариантов сред разработки, которые можно использовать для подготовки программ для микроконтроллеров семейства STM32:

— коммерческие IAR Embedded Workbench, Atollic TrueSTUDIO, Keil и др. Эти полнофункциональные продукты довольно дороги, с ценой лицензии от 1000 евро, но имеются и демонстрационные бесплатные версии с ограничением на объём разрабатываемой программы, для большинства несложных проектов их вполне хватает;

— бесплатная Eclipse с компилятором ARM-GCC требует нетривиальной настройки компилятора перед использованием. Единственный плюс на сегодняшний день — возможность работы не только в Windows, но и в Linux;

— бесплатная CooCox IDE (CoIDE) на базе того же редактора Eclipse. Выполняет загрузку и отладку программ через ST-LINK. В отличие от предыдущего варианта, CoIDE не требует каких-либо специальных настроек и работает сразу же после установки. Этот вариант наиболее удобен, им и стоит воспользоваться.

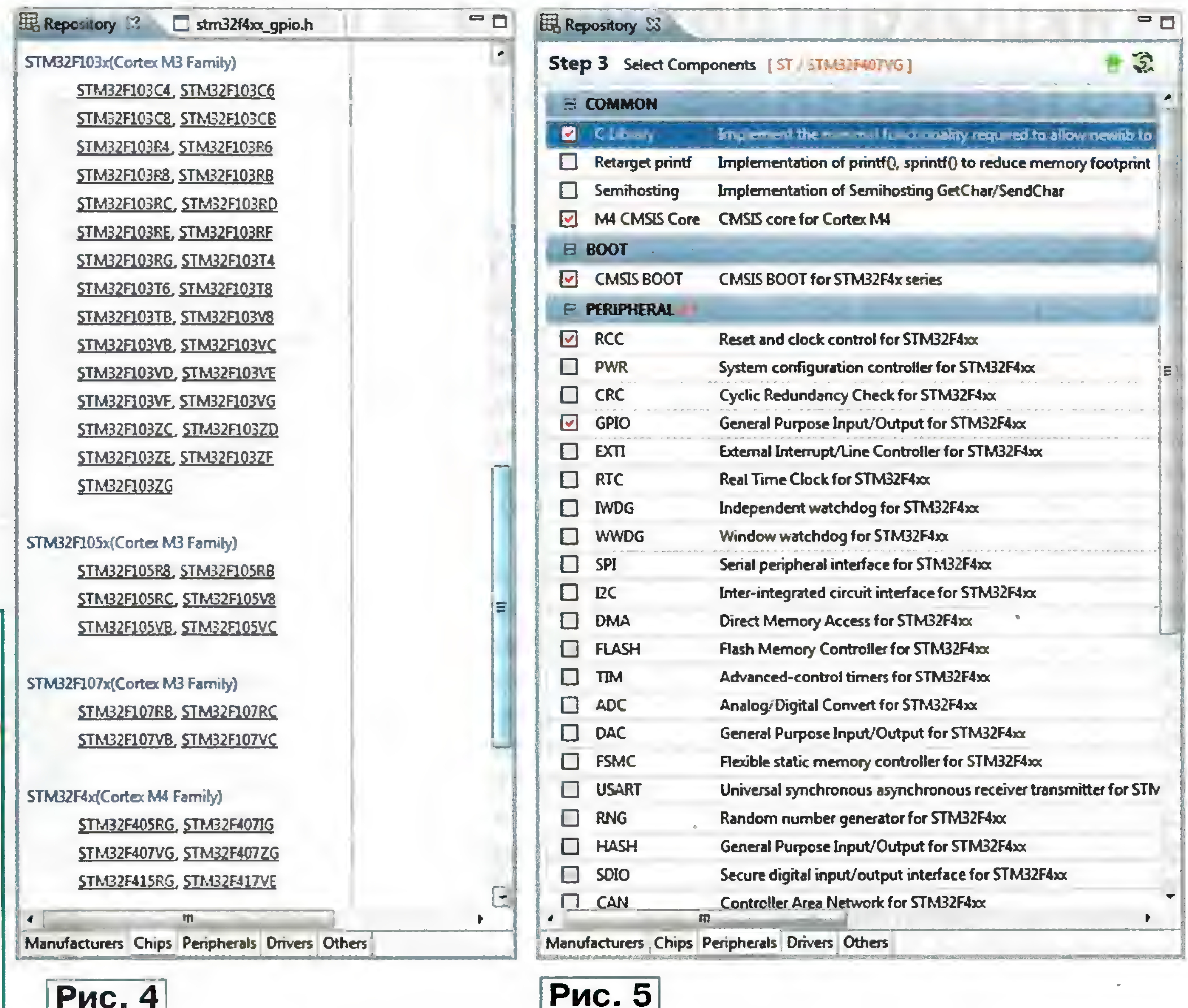


Рис. 4

Рис. 5

Таблица 2

```
int main(void)
{
        // Включаем тактирование порта D
        RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOD, ENABLE);

        // Инициализация портов вывода
        GPIO_InitTypeDef port;
        port.GPIO_Pin = (GPIO_Pin_12 | GPIO_Pin_13 | GPIO_Pin_14 | GPIO_Pin_15);
        port.GPIO_Mode  = GPIO_Mode_OUT;
        port.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
        port.GPIO_Speed = GPIO_Speed_2MHz;
        GPIO_Init(GPIOD, &port);

        u8 ledNum = 0;
        while(1)
        {
                if (ledNum == 0)
                {
                        GPIO_SetBits(GPIOD, GPIO_Pin_12);
                GPIO_ResetBits(GPIOD, GPIO_Pin_13|GPIO_Pin_14|GPIO_Pin_15);
                } else
                if (ledNum == 1) {
                        GPIO_SetBits(GPIOD, GPIO_Pin_13);
                GPIO_ResetBits(GPIOD, GPIO_Pin_12|GPIO_Pin_14|GPIO_Pin_15);
                } else
                if (ledNum == 2) {
                        GPIO_SetBits(GPIOD, GPIO_Pin_14);
                GPIO_ResetBits(GPIOD, GPIO_Pin_12|GPIO_Pin_13|GPIO_Pin_15);
                } else
                if (ledNum == 3) {
                        GPIO_SetBits(GPIOD, GPIO_Pin_15);
                GPIO_ResetBits(GPIOD, GPIO_Pin_12|GPIO_Pin_13|GPIO_Pin_14);
                }

                ledNum++;
                if (ledNum >= 4) ledNum = 0;

                Delay(500000);
        }
        return 0;
}
```

Воспользуемся CooCox IDE для создания примера программы для платы STM32F4-DISCOVERY, реализующей классическое для первой программы для любого микроконтроллера мигание светодиодов. На плате STM32F4-DISCOVERY имеются четыре светодиода, подключены они к выводам PD12—PD15 микроконтроллера. Сделаем так, чтобы они мигали поочерёдно.

Шаг 1. Запускаем среду разработки CoIDE, создаём проект. Из выпадающего списка, показанного на **рис. 4**, выбираем микроконтроллер STM32F407VG.

Шаг 2. Как показано на **рис. 5**, выбираем компоненты, которые будут использованы в проекте. Основные из них — это GPIO (ввод—вывод), C Library (базовые функции языка C) и M4 Core (функции ядра процессора). При активизации того или иного компонента CoIDE автоматически копирует нужные файлы в папку проекта, что очень удобно.

Шаг 3. Ввод текста программы. Он довольно короткий и приведён в **табл. 2**.

Как можно видеть, всё просто и очевидно. Те, кто писал программы для микроконтроллеров AVR, наверняка увидят знакомые конструкции — инициализацию портов с указанием направления (ввод или вывод), главный цикл, в котором выполняются нужные действия. В целом же синтаксис программы полностью соответствует языку C, литературы по которому более чем достаточно. Статей по программированию для STM32 в Интернете также немало. Много примеров поставляется вместе с отладочной платой, их тоже можно использовать как образцы.

После ввода текста программы нажатием на экранную кнопку "Download to flash" она загружается в микроконтроллер. Светодиоды на плате начинают мигать. Отдельно стоит отметить возможности отладки — в любом месте программы может быть поставлена точка останова, можно запускать программу по шагам, просматривая значения переменных.

Разумеется, этот пример не идеален. Например, для управления миганием светодиодов можно воспользоваться прерываниями от таймера, что освободит главный цикл программы для других задач. Желающие могут разобраться с этим самостоятельно.

Заключение

В целом, после первого знакомства микроконтроллеры семейства STM32 оставили весьма приятное впечатление. Всё оказалось не так сложно, а удобство среды разработки, процесса отладки и большое число стандартных функций чем-то даже напомнили переход от MS DOS к Windows — общие моменты вроде те же, но все гораздо удобнее и функциональнее.

Но главным недостатком этого семейства для любительских разработок всё-таки остаётся слишком мелкий шаг выводов. Спроектировать и спаять плату с шагом выводов 0,5 мм в домашних условиях — задача весьма нетривиальная. Но при существующих ценах каждому радиолюбителю вполне доступны отладочные платы с уже смонтированными микроконтроллерами.

Стоит ли переделывать всё на STM и 32-разрядную архитектуру? Конечно же, нет. Есть задачи, для решения которых и ATtiny вполне достаточно. Но, например, для анализа спектра в самодельном SDR-приёмнике или приёма—передачи больших объёмов информации по сети гораздо эффективнее сразу применить мощный микроконтроллер, чтобы не упереться в недостаток памяти или производительности при совершенствовании устройства.

Блоки питания для "люстры Чижевского"

Александр Леонидович Чижевский (1897—1964) разработал настолько совершенную конструкцию электроэффлювиальной "люстры", что нет необходимости в её модернизации. А вот громоздкие и тяжёлые блоки питания высокого напряжения первых "люстр" были весьма далеки от идеала. По мере появления новых электронных компонентов снижаются габариты и масса блоков питания. В предлагаемой подборке рассказано о двух таких блоках питания.

А. ПРОСЯНОВ из литовского города Шауляй доработал блок питания, сконструированный Б. С. Ивановым и вначале описанный в его книге [1] в 1975 г., а затем — в журнале "Радио" [2]. Цели доработки — повышение надёжности блока, введение индикатора высокого напряжения, применение менее габаритных деталей. Отмечено, что на резисторе R2 (см. схему на рис. 2 в [2]) рассеивается мощность больше номинальной (2 Вт), что снижает надёжность блока.

Схема доработанного блока показана на **рис. 1**. Упомянутый выше резистор R2 заменён двумя последовательно соединёнными R1 и R2 сопротивлением по 10 кОм и мощностью 2 Вт. Диоды Д205 и Д203 — КД105Г (VD1 и VD2) меньших размеров. Трансформатор ТВС-110Л6 от лампового телевизора также заменён малогабаритным ТВС-90П4 (T1) от полупроводникового телевизора. Его обмотки I и II включены так же, как в исходном блоке питания. Импульсное напряжение с обмотки II подаётся на выпрямитель с умножением напряжения, в который входят высоковольтный конденсатор C2 и умножитель U1, переделанный на выходное напряжение минусовой полярности по методике, описанной в статье [3]. В разрыв цепи общего провода умножителя включён резистор R4, который, по мнению автора, повышает надёжность запуска этого узла, когда все его конденсаторы разряжены. Высокое напряжение минусовой полярности через токоограничивающий резистор R6 подаётся на "люстру Чижевского".

Особенность трансформатора ТВС-90П4 — наличие дополнительной вторичной обмотки III. Она использована для питания светодиода HL1 — индикатора наличия высокого напряжения. Для этой цели ток в цепи обмотки, ограниченный резистором R5, выпрямляется диодным мостом VD3—VD6 и подаётся на светодиод HL1. Конденсатор C3 сглаживает импульсы напряжения на светодиоде и соответственно тока через него. Светящийся индикатор HL1 свидетельствует о наличии импульсного напряжения на вторичных обмотках трансформатора T1 и высокого напряжения на выходе блока питания, разумеется, при исправном умножителе напряжения. Желаемую яркость свечения индикатора HL1 устанавливают подбором резистора R5. Такая индикация высокого выходного напряжения очень удобна и совершенно безопасна по сравнению с другими способами, описанными в статье [2]: с помощью ваты, искрового разрядника или приближения руки к иглам "люстры" на расстояние 7...10 см.

В блоке питания применены резисторы R1, R2, R4 — МЛТ-2; R3 — ПЭВ-10; R5 — МЛТ-0,125; R6 — КЭВ-2. Конденсаторы C1 — К73-17, C2 — К73-14, C3 — импортный оксидный малогабаритный. Блок питания помещён в корпус из прозрачного полистирола. Его внешний вид со снятой крышкой корпуса показан на **рис. 2**.

После отключения блока питания от сети конденсаторы умножителя напряжения долго остаются заряженными, в результате чего на иглах "люстры"

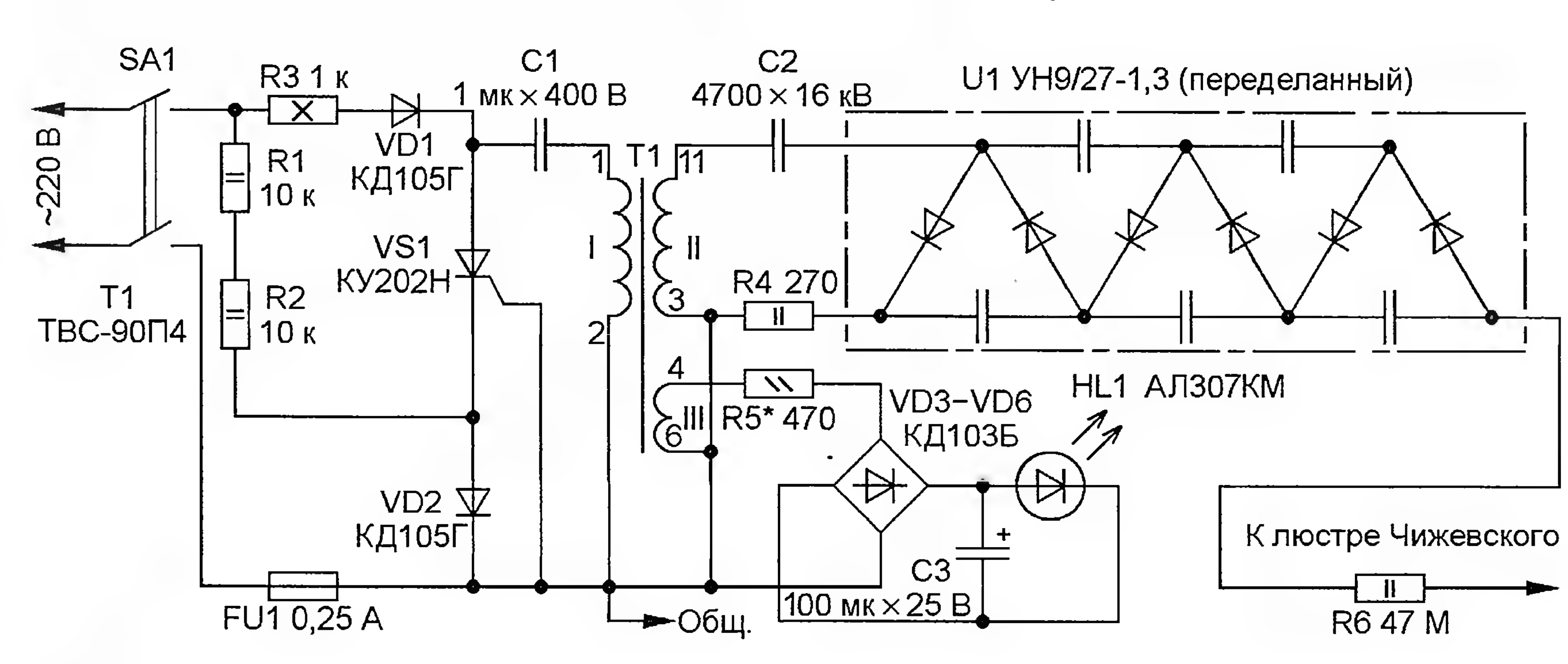


Рис. 1

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

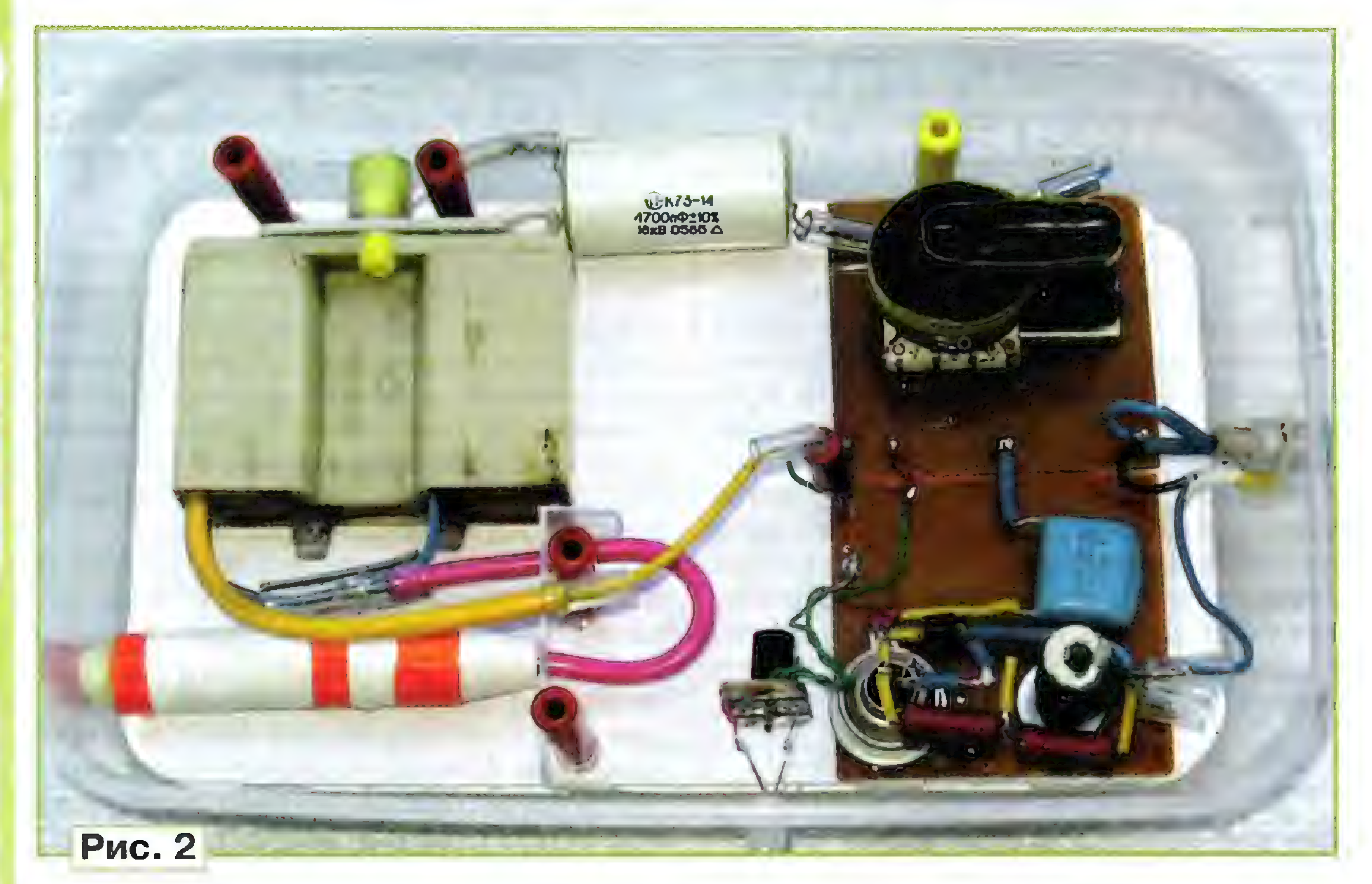


Рис. 2

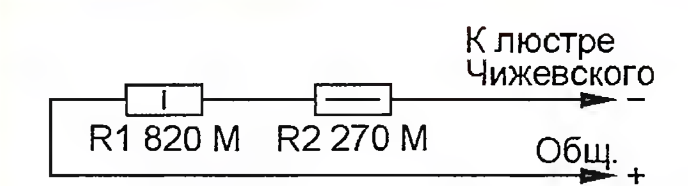


Рис. 3



Рис. 4

сохраняется высокое напряжение. Для разрядки этих конденсаторов автор применяет разрядник, схема которого показана на **рис. 3**. Он содержит два последовательно соединённых резистора R1 и R2 из серии КЭВ суммарным сопротивлением около 1 ГОм. Внешний вид разрядника показан на **рис. 4**. Резисторы размещены в трубке из органического стекла длиной 17 см и с толщиной стенок 4 мм. Минусовый электрод — медная пластина длиной 27 мм, шириной 6 мм и толщиной 0,5 мм. Допустимо использовать отрезок жала паяльника длиной около 3 см. Плюсовой электрод — зажим "крокодил", соединённый с левым по схеме выводом резистора R1 гибким многожильным проводом МГШВ длиной около метра. Для разрядки конденсаторов умножителя напряжения достаточно прикоснуться на 5...7 с минусовым электродом разрядника к иглам "люстры" или выходу блока питания. При этом плюсовой электрод разрядника должен быть соединён с общим проводом блока питания.

В случае необходимости разрядник может быть легко переделан в киловольтметр. Для этого в разрыв гибкого провода на расстоянии 20...30 см от плюсового электрода включают любой микроамперметр постоянного тока с пределом измерения 50 мкА. Так как суммарное сопротивление резисторов R1 и R2 близко к 1 ГОм, значение тока, показанное микроамперметром, будет примерно равно значению напряжения в киловольтах.

* * *

В. КАЛАШНИК из Воронежа рассмотрел работу того же блока питания конструкции Б. С. Иванова [1, 2] и пришёл к выводу, что недостаток устройства — наличие мощного тепловыделяющего резистора R1 (см. схему на рис. 2 в [2]). Другой недостаток — наличие диода VD2 в цепи контура, образованного конденсатором C1 и обмоткой I трансформатора T1. Любой "лишний" элемент снижает добротность контура.

В блоках питания, описанных в статьях [4, 5], встречно-параллельно тринистору подключён диод, что позволяет отказаться от мощного резистора. В статье [5] диод VD2 выведен из контура. Но, по мнению автора, тринистор не очень хорошо подходит для коммутации колебательного контура.

При разработке блока питания была поставлена задача заменить тринистор более современным элементом — мощным высоковольтным ключевым полевым транзистором (во время разработки блока питания [1] таких транзисторов ещё не было. — Прим. ред.). Схема блока питания показана на **рис. 5**.

Устройство работает так. Когда на верхнем по схеме сетевом проводе по отношению к нижнему (общему проводу) действует полуволна сетевого напряжения плюсовой полярности, через диод VD5 и первичную обмотку (I) трансформатора T1 заряжается конденсатор C3. Через диод VD2 — конденсатор C2 до напряжения, ограниченного стабилитроном VD1. Это напряжение используется для питания фототранзистора оптрона U1.1 и микросхемы DA1. Одновременно через диод VD3, на котором падает напряжение 0,7 В, проходит ток, ограниченный резисторами R4 и R5. При этом стабилитрон VD4 закрыт, через излучающий диод оптрона U1.1 ток не идёт, поэтому фототранзистор оптрона закрыт. Интегральный таймер DA1 включён как инвертор, имеющий характеристику переключения с гистерезисом. На выводах 2 и 6 микросхемы DA1 присутствует высокий уровень. На его выходе (выводе 3) и соответственно на затворе транзистора VT1 будет низкий уровень, поэтому транзистор VT1 закрыт. Вывод 7 таймера — выход с открытым коллектором — соединён с затвором транзистора VT1, что обеспечивает быструю разрядку ёмкости затвора и форсированное закрывание этого транзистора.

Когда напряжение сети меняет полярность, диод VD3 закрывается. Стабилитрон VD4 будет закрыт до тех пор, пока напряжение сети не возрастёт до 9,6 В (сумма напряжения стабилизации стабилитрона VD4 (8 В) и падения напряжения на открытом излучающем диоде оптрона (около 1,6 В)). Это время паузы для завершения переходных процессов. По её окончании стабилитрон VD4 открывается, включается излучающий диод оптрона, открывается фототранзистор оптрона. Напряжение на выводах 2 и 6 микросхемы DA1 падает до низкого уровня, высокий уровень напряжения на выходе (вывод 3) открывает полевой транзистор VT1. Открытый канал транзистора VT1 проводит ток при любой полярности напряжения и, в отличие от тринистора, не закрывается при прекращении тока через него, поэтому происходит колебательный процесс разрядки конденсатора C3 на первичную обмотку трансформатора T1. Внутренний диод полевого транзистора не мешает этому режиму, так как открытый канал его шунтирует. В результате этого стало возможным значительно уменьшить сопротивление токоограничивающего резистора R2 и ёмкость конденсатора C3. На вторичной обмотке трансформатора T1 также возникают затухающие колебания, поступающие на умножитель напряжения, собранный на диодах VD6—VD11 и конденсаторах C4—C9. Постоянное напряжение с выхода умножителя через токоограничивающие резисторы R8 и R9 подают на "люстру".

В блоке питания применены конденсаторы C1 — K73-17, C2 — K50-35, C3 — K78-2 (автор применил три параллельно соединённых конденсатора суммарной ёмкостью 0,2 мкФ), C4—C9 могут быть из серий K73-13 или КВИ-3, T1 —

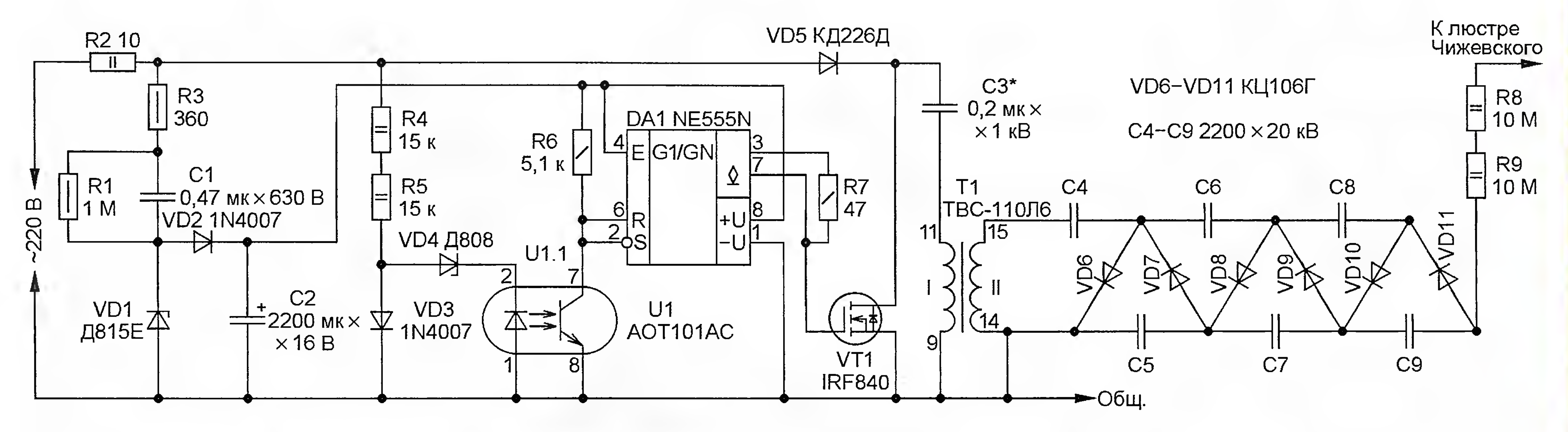


Рис. 5

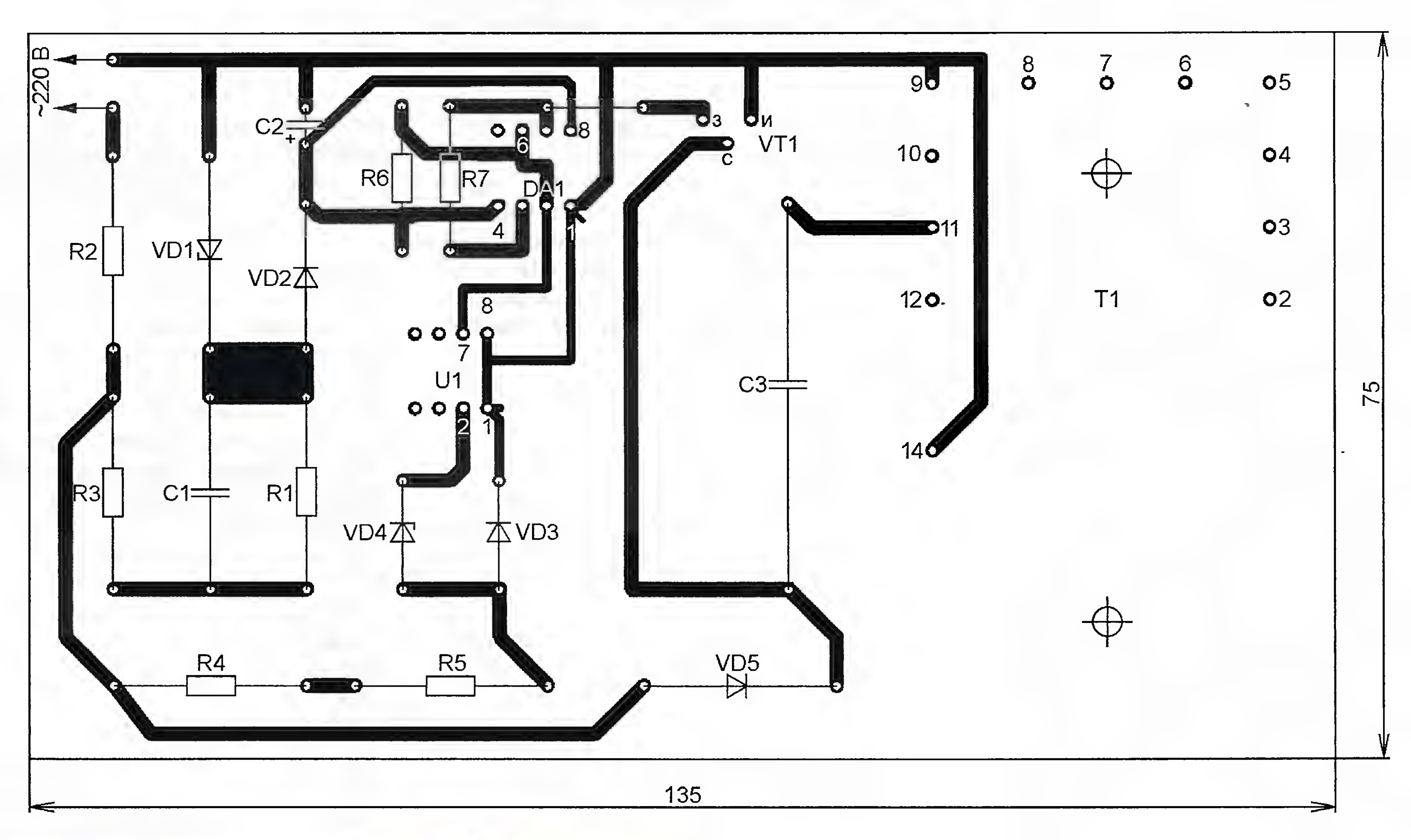


Рис. 6

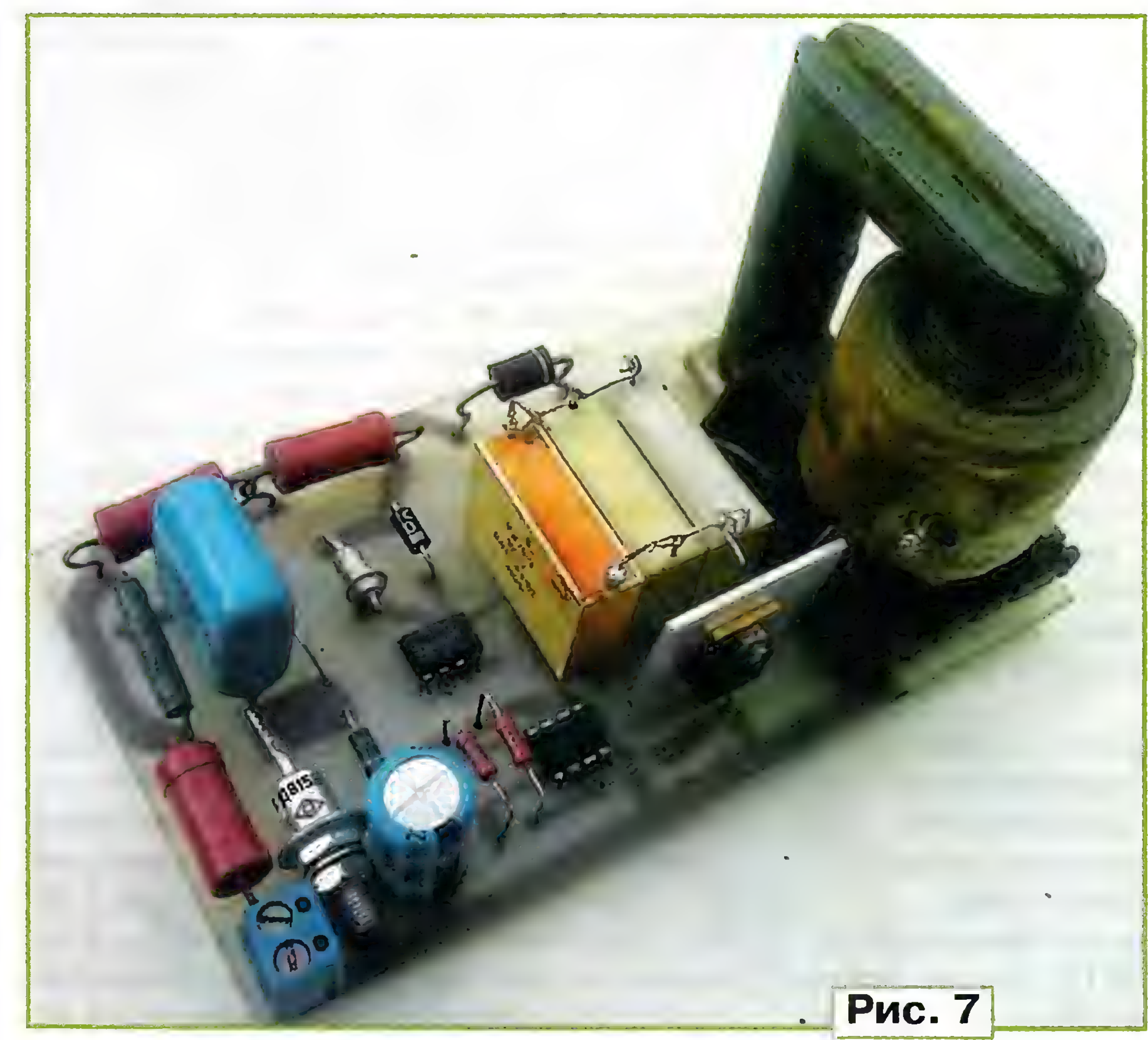


Рис. 7

трансформатор строчной развёртки ТВС–110Л6 от чёрно-белого телевизора. Хорошие результаты получаются при использовании строчных трансформаторов ТВС-110ПЦ15 и ТВС-110ПЦ16 от цветных телевизоров. Можно использовать умножитель напряжения УН9/27-1,3, переделанный на выходное напряжение минусовой полярности, как описано в статьях [3, 5].

Большинство деталей смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы со стороны печатных проводников показан на **рис. 6**. Детали установлены на другой стороне платы. Там же установлены две перемычки: одна соединяет выводы 4 и 8 микросхемы DA1, другая — её вывод 7 с затвором транзистора VT1. На корпусе этого транзистора закреплён теплоотвод — алюминиевая пластина толщиной 1 мм и площадью около 10 см^2. Внешний вид платы с деталями показан на **рис. 7**.

При правильном монтаже блок питания не требует налаживания. Регулировать значение высокого напряжения на выходе можно подбором конденсатора C3. При налаживании и эксплуатации должны соблюдаться меры безопасности. При всякой перепайке деталей или проводов надо обязательно отключить устройство от сети и соединить выход высокого напряжения с общим проводом (для этого весьма удобен описанный выше разрядник. — *Прим. ред.*).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Иванов Б. С.** Электроника в самоделках. — М.: ДОСААФ, 1975 (2-е изд. ДОСААФ, 1981).

2. **Иванов Б.** "Люстра Чижевского" — своими руками. — Радио, 1997, № 1, с. 36, 37.

3. **Алексеев А.** "Горный воздух" на основе строчной развёртки. — Радио, 2008, № 10, с. 35, 36.

4. **Бирюков С.** "Люстра Чижевского" — своими руками. — Радио, 1997, № 2, с. 34, 35.

5. **Мороз К.** Усовершенствованный блок питания для "люстры Чижевского". — Радио, 2009, № 1, с. 30.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2013

Переделка компьютерного блока питания в зарядное устройство

В. АНДРЮШКЕВИЧ, г. Тула

В предлагаемой статье автор делится накопленным опытом переделки компьютерных блоков питания в устройства зарядки свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. Особое внимание автор уделяет совершенствованию узла индикации зарядного тока, по которому можно определить заряженность батареи и момент окончания зарядки.

С момента разработки зарядного устройства на основе блока питания компьютера [1] был собран не один десяток подобных устройств. Переделаны блоки разных конструкций и фирм-изготовителей. Я получил массу вопросов по переделке, устранению самовозбуждения блока питания в режиме стабилизации тока. Как показала практика, узел индикации ограничения выходного тока может быть усовершенствован для работы в зарядном устройстве. Этим вопросам и посвящена предлагаемая статья.

Прежде чем приступить к переделке блока, необходимо внимательно изучить его конструкцию. Блок должен быть собран на микросхеме TL494CN или её аналогах, таких как DBL494, KA7500, КР1114ЕУ4. Другие микросхемы имеют ряд узлов, осложняющих переделку, хотя и не исключающих её. Далее необходимо осмотреть все оксидные конденсаторы. Вначале заменяют конденсаторы с видимыми признаками выхода из строя (вздувшийся или разгерметизированный корпус). У оставшихся измеряют эквивалентное последовательное сопротивление и заменяют те, у которых оно превышает 0,2 Ом.

Как описано в [1], доработку блока лучше проводить поэтапно. Сначала надо убедиться в нормальном его функционировании в режиме стабилизации напряжения. Лучше, если под рукой будет ЛАТР или другое устройство для регулирования сетевого напряжения, например трансформатор с большим числом вторичных обмоток. Использование такого трансформатора от старого телевизора для регулирования переменного напряжения описано в статье [2]. Блок питания необходимо проверить в режиме стабилизации напряжения при минимальном 190 В, номинальном 220 В и максимальном 245 В напряжении сети, а также изменении тока нагрузки от минимального до максимального. Блок должен работать без признаков самовозбуждения; он может не иметь цепи регулировки выходного напряжения, поэтому лучше её ввести либо как на схеме в [1], либо установить переменный резистор в цепь обратной связи, например, последовательно с резистором R31 (см. схему на рис. 1 в статье [1]).

Для зарядного устройства дроссель L1 можно оставить без перемотки, если напряжение на выходе блока не будет меньше 6 В, например, только при подзарядке аккумуляторных батарей. При напряжении менее 6 В возможен переход устройства в прерывистый режим, что негативно скажется на стабильности работы. Поэтому в этом случае дроссель лучше перемотать, следуя рекомендациям статьи [1].

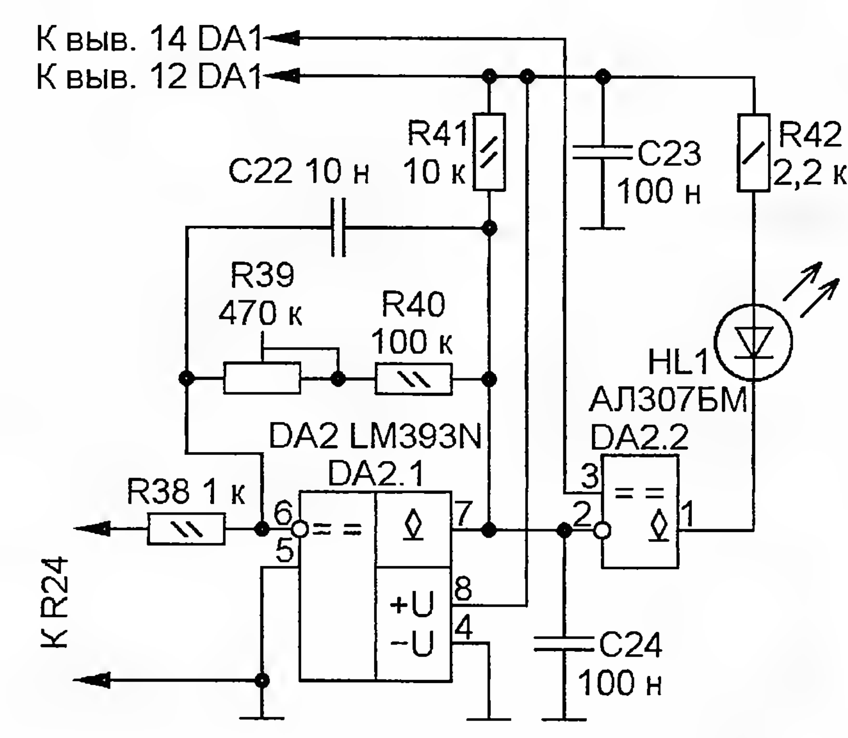


Рис. 1

В некоторых блоках после дросселя L1 в плюсовой цепи выходного напряжения стоят дополнительные катушки. Они ухудшают работу устройства в режиме стабилизации тока. Поэтому эти катушки необходимо демонтировать, заменив их перемычками.

Вместо диодной сборки MBRB20100CT (VD15) можно использовать широко распространённые выпрямительные диоды FR302, соединив их параллельно и разместив на общем теплоотводе. Для максимального тока 6 А достаточно двух пар диодов.

Из-за разнообразия конструкций сложно предсказать трудоёмкость выполнения работы по достижению нормального функционирования устройства в режиме стабилизации тока.

Для предотвращения самовозбуждения конденсатор C12 лучше всего заменить такой же RC-цепью, как R18C9. Иногда приходится перерезать печатный проводник от вывода 16 микросхемы TL494 (DA1) и соединять этот вывод с нижним по схеме выводом датчика тока (резистора R24) отдельным проводом.

Необходимо проверить, как к выводу 7 микросхемы DA1 подведён общий печатный проводник. Если в процессе переделки его пришлось разорвать, лучше всего этот вывод микросхемы соединить отдельным проводом с минусовым выводом конденсатора C20. Замечено, что микросхема KA7500 менее стабильна, чем её аналоги. Поэтому, если меры по устранению самовозбуждения не увенчались успехом, можно заменить эту микросхему на TL494 или КР1114ЕУ4.

Небольшие пульсации выходного напряжения могут быть вызваны работой электродвигателя M1 вентилятора. Если они нежелательны, то можно последовательно с электродвигателем включить резистор сопротивлением 1...5 Ом, а параллельно ему — конденсатор ёмкостью около 100 мкФ с номинальным напряжением 25 В. Электродвигатель при необходимости очищают от пыли и смазывают, например, силиконовой смазкой ПМС100 или ПМС200.

Облегчить установку уровня ограничения тока при налаживании устройства можно заменой резистора R26 на последовательно соединённые постоянный резистор сопротивлением 82 Ом и подстроечный 220 Ом. Это связано с тем, что при помещении платы в корпус через крепёжные винты и корпус появляется ещё одна цепь общего провода, которая будет влиять на уровень ограничения.

После сборки обязательно ещё раз проверяют устройство на отсутствие самовозбуждения при изменении напряжения сети и нагрузки от минимальной до полной, а в режиме стабилизации тока от минимального до номинального выходного напряжения.

Если индикатор на элементах DA2, R33—R35, R37, HL1 в режиме стабилизации тока в лабораторном блоке питания вполне себя оправдывает, то в зарядном устройстве он недостаточно информативен. Переход от стабилизации тока к стабилизации напряжения, индицируемый светодиодом HL1, не соответствует окончанию зарядки. Гораздо лучше следить за током зарядки. Чем он меньше, тем выше заряженность аккумуляторной батареи. Поэтому узел индикации переделан согласно **рис. 1**. Оставлены элементы DA2 и HL1, их обозначения те же, что на рис. 1 в статье [1], нумерация добавленных элементов продолжена. Резисторы R33—R35, R37 удалены.

Узел выполнен на той же микросхеме DA2 (LM393N), но теперь использованы оба её компаратора. На DA2.1 собран инвертирующий усилитель с коэффициентом усиления около 500. Оказалось, что компаратор прекрасно работает в этом качестве. Он усиливает напряжение с датчика тока (резистора R24) приблизительно с 10 мВ до 5 В. Это напряжение подаётся на вход второго компаратора DA2.2, где сравнивается с образцовым напряжением 5 В, поступающим с вывода 14 микросхемы TL494. При возрастании напряжения на инвертирующем входе DA2.2 выше образцового загорается светодиод HL1, сигнализируя о идущей зарядке батареи. Как только индикатор погаснет,

можно отключить зарядку. Перемещением движка подстроечного резистора R39 устанавливают порог срабатывания индикатора при токе около 1 А. Ёмкость конденсатора C22 некритична и может быть в интервале 10...100 нФ. Резистор R39 — СП4-19. Микросхему LM393N можно заменить отечественным аналогом К1401СА3А.

Дальнейшее развитие узел индикации получил в связи с желанием видеть хотя бы приблизительно степень заряженности аккумуляторной батареи. Он не намного сложнее предыдущего и сделан на микросхеме счетверённого компаратора LM339N. Схема узла показана на **рис. 2**.

За основу взята схема из [3, с. 102]. На компараторе DA2.1 собран инвертирующий усилитель, аналогичный показанному на рис. 1, но с коэффициентом усиления около 100. На неинвертирующий вход компаратора DA2.2 подаётся образцовое напряжение. На резисторах R42 и R43 собран делитель этого напряжения для компаратора DA2.3. Соотношение сопротивления резисторов выбрано около 2:1. При токе зарядки больше 5 А напряжение на выходе усилителя DA2.1 превышает 5 В. На выходах компараторов DA2.2 и DA2.3 — низкий уровень напряжения. Горит только светодиод HL1, так как напряжение на других светодиодах меньше из-за падения напряжения на диодах VD18 и VD19. Как только ток зарядки становится меньше 5 А, компаратор DA2.2 переключается и светодиод HL1 гаснет, а загорается светодиод HL2. Светодиод HL3 погашен из-за падения напряжения на диоде VD19. При токе зарядки меньше 1,7 А переключается компаратор DA2.3 и загорается светодиод HL3, сигнализирующий об окончании зарядки.

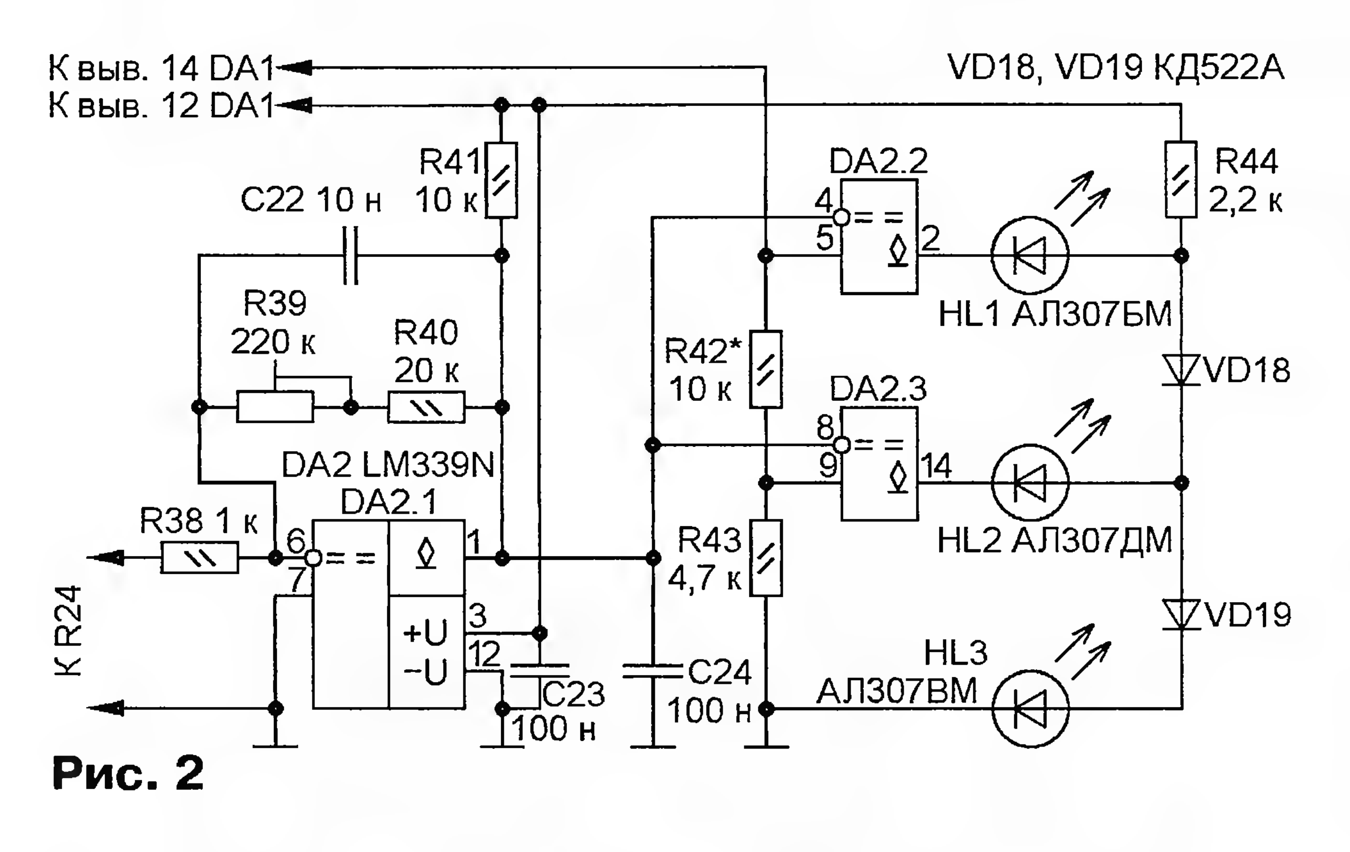


Рис. 2

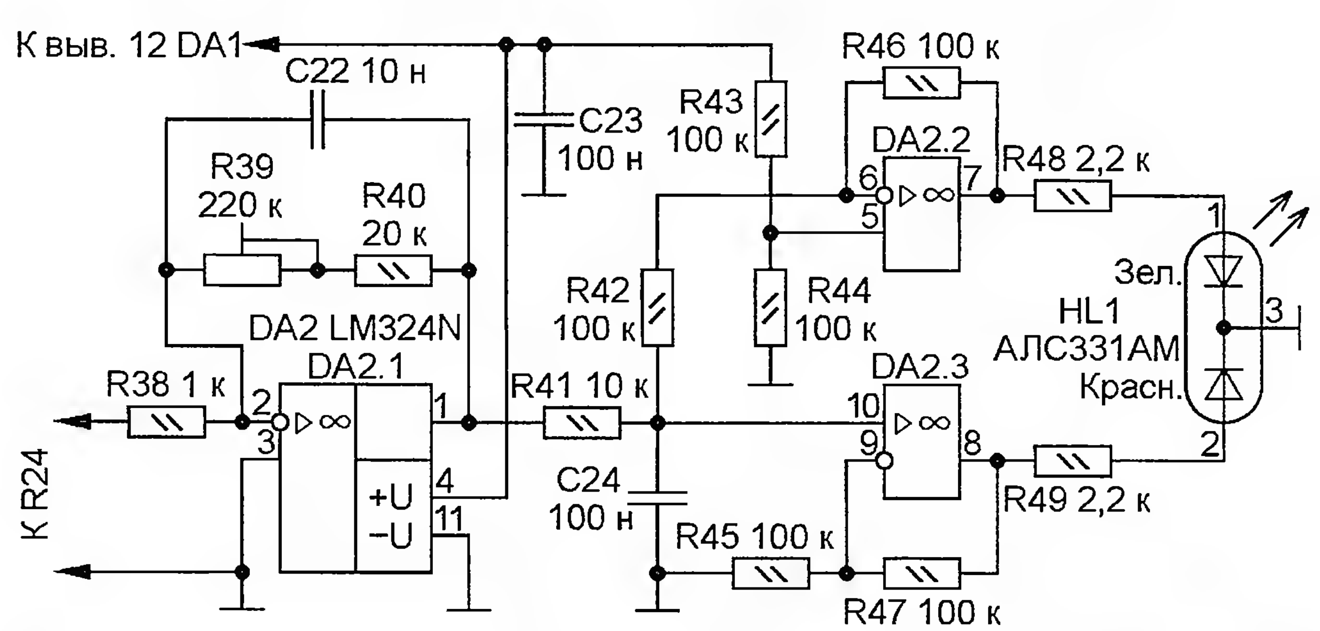


Рис. 3

Светодиоды подойдут любые маломощные разного цвета свечения, например, АЛ307БМ (красный), АЛ307ДМ (жёлтый) и АЛ307ВМ (зелёный). При налаживании узла индикации перемещают движок подстроечного резистора R39 так, чтобы установить порог срабатывания компаратора DA2.2 при токе 5 А. Подбором резистора R42 устанавливают порог срабатывания компаратора DA2.3. Резистор R39 — СП4-19. Микросхему LM339N можно заменить отечественным аналогом К1401СА1.

В узле индикации, собранном по схеме на рис. 2, из-за влияния шумов и помех возможно одновременное свечение двух светодиодов при некоторых значениях напряжения на датчике тока. Его можно устранить, создав небольшой гистерезис в характеристике переключения компараторов DA2.2 и DA2.3, введя для этого цепи положительной обратной связи через резисторы сопротивлением 470 кОм, которые подключают к выходу и неинвертирующему входу каждого из этих компараторов.

Схема третьего варианта узла индикации показана на **рис. 3**. Он собран на микросхеме счетверённого ОУ LM324N. При его разработке использована схема из книги [4, с. 77]. Индикатор — один двухцветный светодиод HL1. Напряжение с датчика тока поступает на инвертирующий усилитель, собранный на ОУ DA2.1. Этот усилитель имеет то же назначение и коэффициент усиления, что в предыдущем узле. Сигнал с выхода усилителя проходит через фильтр нижних частот R41C24, подавляющий высокочастотные помехи, и поступает на два усилителя: инвертирующий на ОУ DA2.2 и неинвертирующий на ОУ DA2.3.

К выходу инвертирующего усилителя через резистор R48 подключён кристалл светодиода HL1 зелёного цвета свечения. К выходу неинвертирующего усилителя через резистор R49 подключён кристалл светодиода HL1 красного цвета свечения. Коэффициенты усиления выбраны так, чтобы при возрастании напряжения на датчике тока яркость красного цвета увеличивалась, а зелёного цвета — уменьшалась. Во время налаживания перемещают движок подстроечного резистора R39 так, чтобы при токе зарядки 5 А светодиод HL1 светился только красным цветом. По мере уменьшения зарядного тока цвет свечения плавно меняется от красного к жёлтому и далее — к зелёному. Зелёный цвет свидетельствует об окончании зарядки.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Андрюшкевич В.** Переделка компьютерного блока питания в лабораторный и зарядное устройство. — Радио, 2012, № 3, с. 22—24.

2. **Солоненко В.** Автотрансформатор на основе ТС-180. — Радио, 2006, № 5, с. 36.

3. **Шелестов И. П.** Полезные схемы. — М.: "Солон-Р", 1998.

4. **Зихла Ф.** ЖКИ, светоизлучающие и лазерные светодиоды: схемы и готовые решения. — СПб.: "БХВ-Петербург", 2012.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Ламинатор для изготовления печатных плат

В. КИБА, г. Каменск-Шахтинский Ростовской обл.

Многие радиолюбители давно уже применяют технологию термопереноса рисунка печатных проводников, напечатанного на бумаге лазерным принтером, на фольгу заготовки будущей платы с помощью обычного утюга. К сожалению, пользуясь таким инструментом, очень сложно достичь оптимального прижатия бумаги к заготовке платы и идеально выдержать температуру, необходимую для переноса расплавленного тонера на фольгу. Процесс приходится, как правило, много раз повторять, опытным путём добиваясь приемлемого качества рисунка на фольге.

Сегодня у многих радиолюбителей имеются не вполне исправные или морально устаревшие и давно не используемые по назначению лазерные принтеры. Такой аппарат с успехом может послужить основой для изготовления ламинатора, обеспечивающего надёжный и высококачественный перенос рисунка.

Идея изготовить самодельный ламинатор для термопереноса рисунка с бумаги на плату из фольгированного диэлектрика возникла у автора при ремонте очередного лазерного принтера, у которого "печка" для фиксирования тонера на бумаге оказалась очень похожей на ту, что требуется для такого устройства. Оставалось её немного доработать механически, разработать и изготовить электронную часть ламинатора.

Прототипом узла управления ламинатором послужил универсальный микроконтроллерный модуль [1], но использован микроконтроллер с меньшим числом выводов, а графический ЖКИ заменён символьным. Блок сопряжения узла управления с шаговым двигателем, перемещающим пакет из заготовки платы и наложенного на неё листа бумаги с рисунком печатных проводников, выполнен на паре специализированных микросхем L297 и L298N. Изготовлен также симисторный коммутатор нагревателя "печки".

Схема узла управления показана на **рис. 1**. В нём применён микроконтроллер PIC16F876A-I/SP (DD1), работающий с тактовой частотой 20 МГц, стабилизированной кварцевым резонатором ZQ1. К разъёму X5 при необходимости подключают ЖКИ WM-C0801M (одна строка из восьми символов). Номера контактов этого разъёма совпадают с номерами выводов указанного индика-

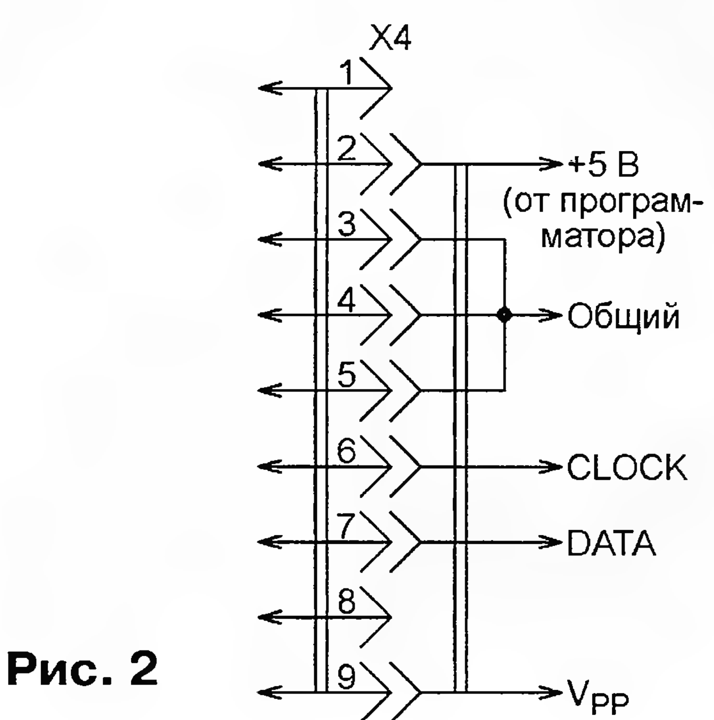


Рис. 2

Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

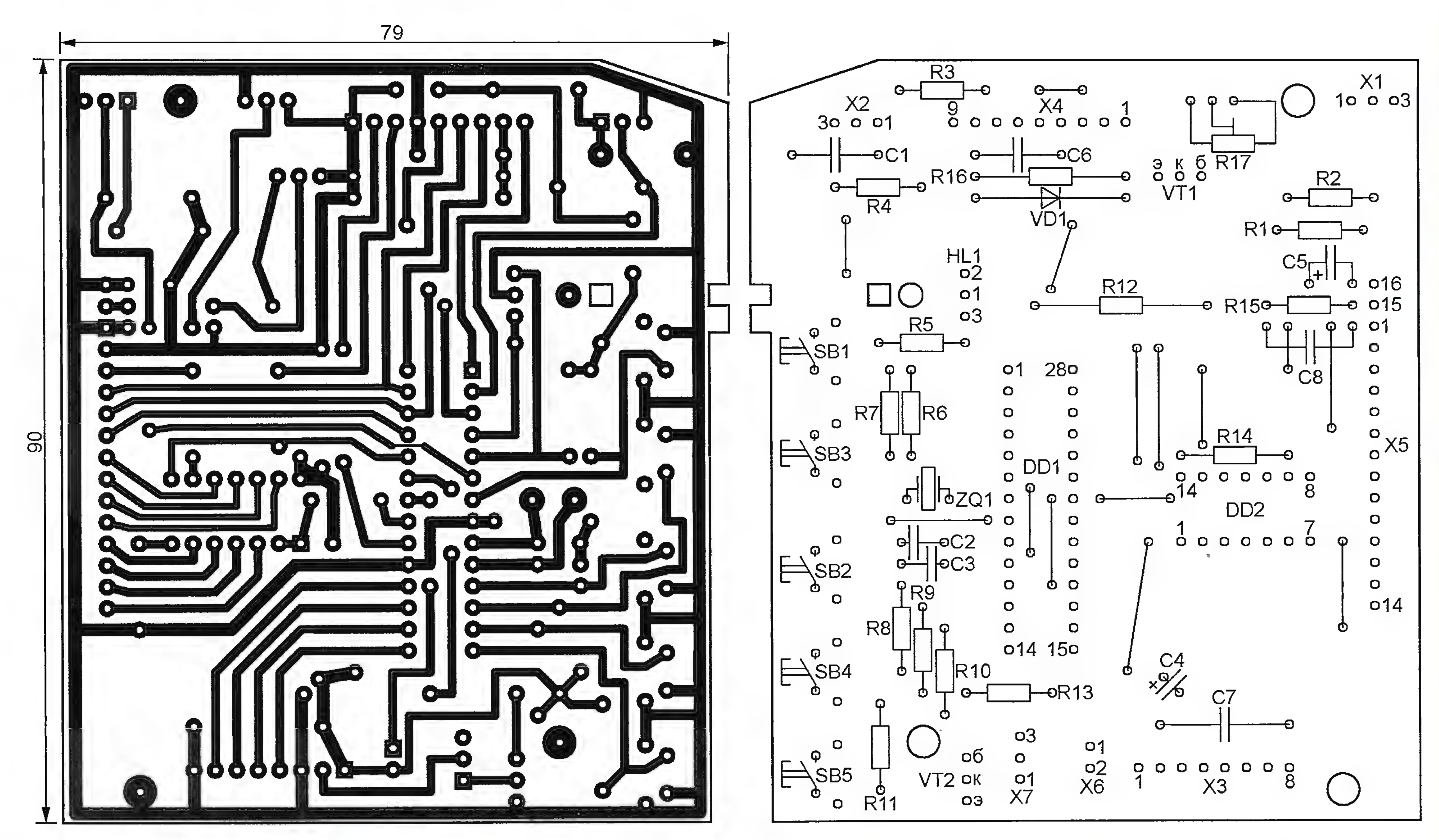


Рис. 3

тора. В ламинаторе ЖКИ используется только как технологический. В процессе подборки оптимального режима ламинирования он показывает температуру "печки" и число проходов платы через неё. Для обычной работы прибора ЖКИ не требуется, и его можно не подключать.

Сдвиговый регистр DD2 преобразует сформированный микроконтроллером последовательный код управления ЖКИ в необходимый для работы последнего параллельный. Оптимальную контрастность изображения на экране ЖКИ устанавливают подстроечным резистором R17. Транзистор VT1 по сигналам микроконтроллера включает и выключает подсветку экрана индикатора.

В процессе работы ламинатора микроконтроллер получает сигналы от двух датчиков. Один из них — оптрон U1 с открытым оптическим каналом — сигнализирует о наличии платы в "печке". Показания другого — датчика температуры DS18B20 (BK1) — нужны для контроля за процессами нагревания и остывания "печки". Кнопки SB1—SB5 предназначены для управления ламинатором.

Транзистор VT2 по сигналам микроконтроллера включает и выключает соединённый с разъёмом X7 вентилятор (компьютерный габаритами 80×80×20 мм).

Двухцветный светодиод HL1 зелёным свечением показывает, что ламинатор включён и находится в режиме ожидания. Его цвет становится красным во время прогревания "печки", а также, когда пакет из листа бумаги с рисунком печатных проводников и заготовки платы находится в чувствительной зоне оптрона U1.



Рис. 4

Рис. 5

Для загрузки программы в уже установленный на плате микроконтроллер DD1 к разъёму X4 подключают программатор согласно схеме, изображённой на **рис. 2**, при этом от разъёма X5 следует отключить ЖКИ. По завершении программирования для нормальной работы узла управления программатор отключают, а контакты 1, 2 и 8, 9 разъёма X4 соединяют перемычками S1 и S2 (см. рис. 1).

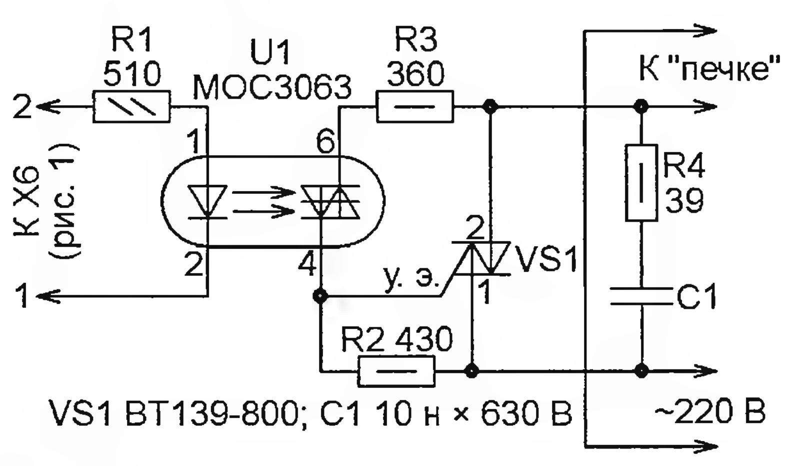
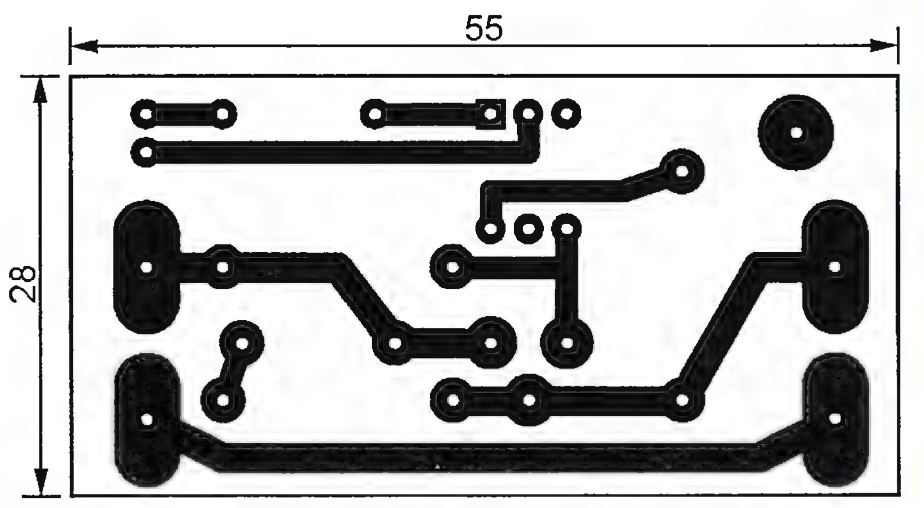


Рис. 6

Чертёж печатной платы узла управления показан на **рис. 3**, её размеры — 90×79 мм. Оптрон U1 и датчик температуры BK1 размещены на отдельной плате размерами 80×20 мм (**рис. 4**) таким образом, что входят в отверстия, имеющиеся в верхней части корпуса "печки". Предназначенный для работы на прерывание светового потока оптрон с открытым оптическим каналом KTIR0621DS (**рис. 5**) переделан для работы "на отражение". Для этого он разрезан на две части (с излучающим диодом и с фототранзистором), которые смонтированы на плате так, что их излучающее и чувствительное к излучению отверстия направлены в сторону проходящего рядом с датчиком пакета. Для наилучшей чувствительности к отражённым от него лучам угол между излучателем и фотоприёмником нужно подобрать. Поскольку максимальная температура, которую может измерить датчик DS18B20, не превышает 127 °C, а "печка" разогревается значительно сильнее, он должен располагаться на некотором удалении от нагревающихся частей.



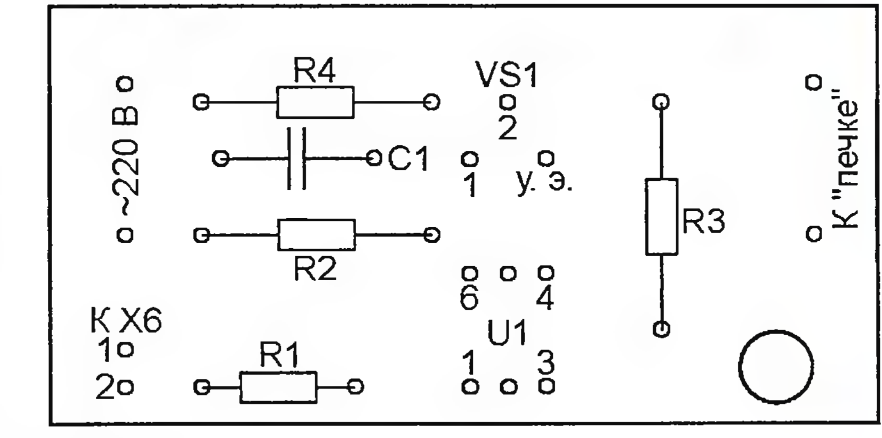


Рис. 7

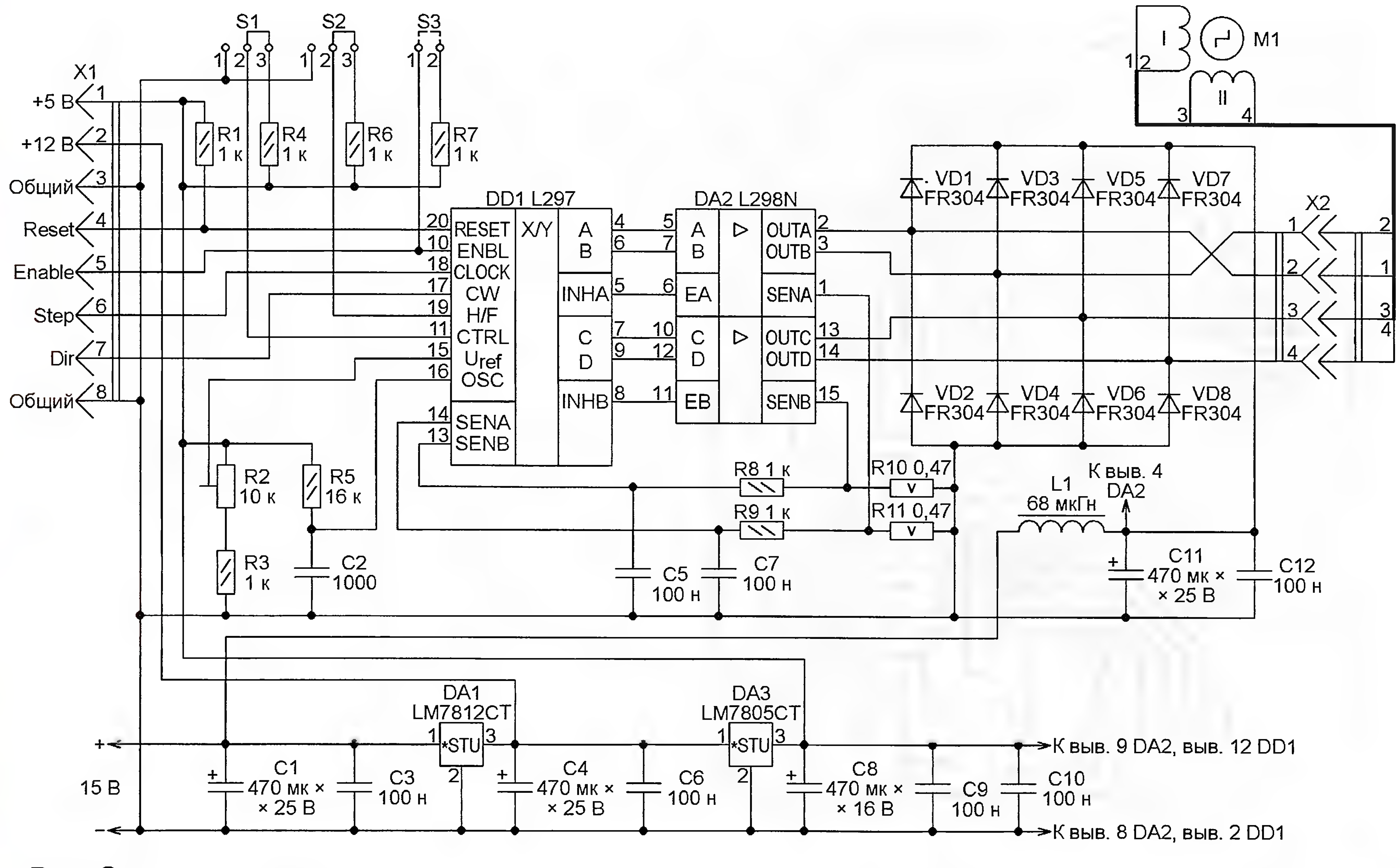


Рис. 8

Узел управления формирует на разъёме X6 сигнал включения и выключения нагревателя "печки" ламинатора. Однако этот сигнал маломощный, поэтому служащую нагревательным элементом "печки" мощную галогенную лампу соединяют с разъёмом X6 через симисторный коммутатор. Он собран по обычной схеме (**рис. 6**) на оптроне MOC3063 (U1), обеспечивающем гальваническую развязку цепи управления и включение нагрузки при нулевом мгновенном значении напряжения в сети, и мощном симисторе BT139-800 (VS1). Печатная плата коммутатора показана на **рис. 7**.

Разъём X3 узла управления соединяют плоским кабелем с разъёмом X1 блока сопряжения с шаговым двигателем. Схема этого блока изображена на **рис. 8**. Подключённый к его разъёму X2 шаговый двигатель M1 — двухфазный биполярный от лазерного принтера XEROX PHASER 3121. Для преобразования логических сигналов управления в импульсы тока в обмотках двигателя применён распространённый комплект специализированных микросхем L297 (DD1) и L298N (DA2). Это упростило конструкцию блока и уменьшило число компонентов в нём.

От узла управления на разъём X1 поступают сигналы Reset (установка в исходное состояние) и Enable (разрешение работы двигателя), а по каждому импульсу Step двигатель выполняет один шаг в направлении, указанном сигналом Dir. Микросхема DD1 формирует сигналы включения и выключения тока в обмотках двигателя в необходимом порядке. Их доводит до нужного для его работы уровня микросхема DA2.

Диоды VD1—VD8 устраняют выбросы напряжения самоиндукции на обмотках двигателя при их коммутации.

Подключённые к выводам 1 и 15 микросхемы DA2 мощные резисторы R10 и R11 — датчики тока в обмотках. Они дают возможность микросхеме DD1 измерять ток, текущий по этим обмоткам, и с помощью ШИМ управлять его значением. Подстроечным резистором R2 регулируют подаваемое на микросхему DD1 образцовое напряжение U_{ref}, задающее уровень, на котором происходит отсечка тока в обмотках двигателя. Резистор R5 и конденсатор C2 — частотозадающие элементы внутреннего тактового генератора микросхемы DD1.

Съёмными перемычками S1—S3 задают режимы работы блока. Перемычку S1 устанавливают в положение 1-2, если шаговый двигатель M1 — биполярный, или в положение 2-3, если он униполярный. При перемычке S2 в положении 1-2 двигатель работает в режиме полных шагов, а в положении 2-3 — половинных. Перемычка S3 необходима, если выход подаваемого на блок сигнала Enable выполнен по схеме с общим коллектором (стоком). Подробное описание работы комплекта микросхем L297, L298 можно найти в [2].

В блоке сопряжения находятся также интегральные стабилизаторы DA1 и DA3, обеспечивающие стабилизированным напряжением 5 В и 12 В не только этот блок и шаговый двигатель M1, но и узел управления, а также вентилятор, установленный в корпусе ламинатора. Источником напряжения 15 В для питания ламинатора служит импульсный блок питания от ноутбука, рассчитанный на ток нагрузки 4 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Киба В.** Универсальный микроконтроллерный модуль с графическим ЖКИ. — Радио, 2010, № 3, с. 28—30.

2. **Вильямс Дж.** Программируемые роботы. Создаём робота для своей домашней мастерской — М.: НТ Пресс, 2006.

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

Найдено в Интернете

Разработки чешских радиолюбителей

Широкодиапазонный генератор сигналов (рис. 1, http://pandatron.cz/elektronika3/pgen45_sch.gif) построен на микросхеме LTC1799CS5. Когда перемычка S1 установлена в положение 2-3, частота выходного сигнала перестраивается переменными резисторами R1 (плавно) и R2 (грубо) от 800 кГц до 33 МГц (согласно документации на микросхему), но фактически за счёт уменьшения номинала резистора R3 до 2,2 кОм достигнута частота 45 МГц. При отсутствии перемычки в микросхеме включается внутренний делитель частоты на 10, а при её установке в положение 1-2 — на 100. При этом диапазон перестройки становится равным соответственно 80...4500 кГц или 8...450 кГц. Температурный уход частоты не превышает ±40 ppm/°C.

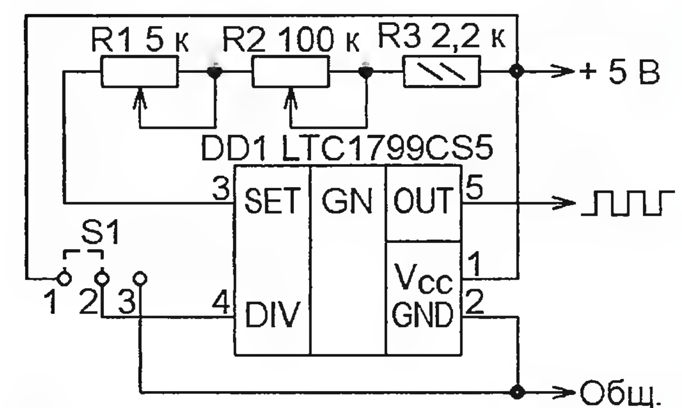


Рис. 1

Ёмкостный датчик с малым временем реакции **(рис. 2, http://pandatron.cz/elektronika2/fastcapacitesensor_scha.jpg)**. Элементы DD1.1, R1, C1 образуют генератор импульсов. Далее они распространяются параллельно через две цепи задержки. Первая образована резистором R2 и ёмкостью между сенсорной площадкой E1 и общим проводом. Вторая состоит из подстроечного резистора R3 и конденсатора C2. От того, какая задержка окажется больше, зависит состояние D-триггера DD2, сигналы на входы которого поступают через инверторы DD1.2, DD1.3. Устройство обладает повышенной чувствительностью. По утверждению автора, время реакции датчика на изменение ёмкости сенсора не превышает 1 мкс.

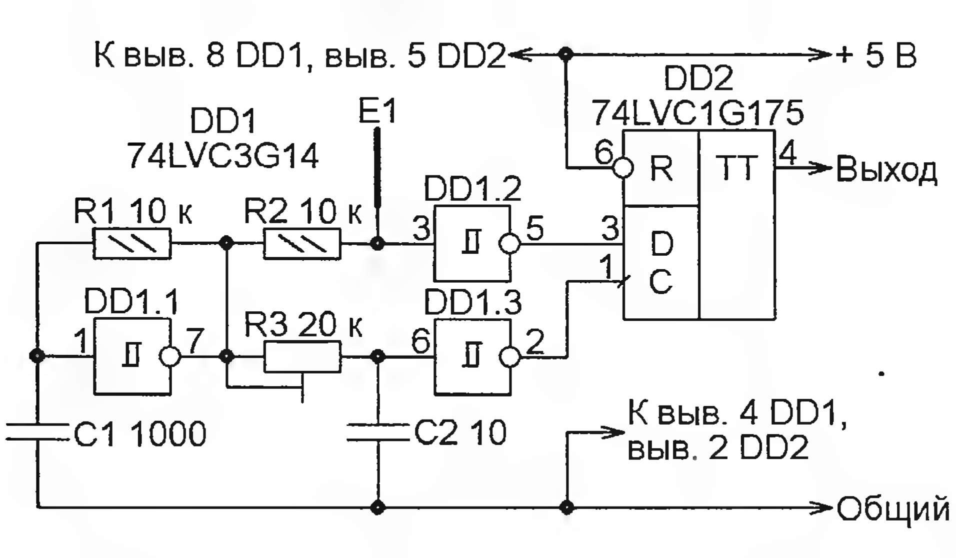


Рис. 2

Простой измеритель ёмкости Ni-Cd или Ni-MH аккумулятора (рис. 3, http://www.sysala.cz/Elektro/P_disch/budik.jpg). Его можно сделать из обыкновенных электронно-механических часов, питающихся от одного гальванического элемента типоразмера AA. Достаточно, поставив их стрелки ровно на двенадцать часов, заменить этот элемент свежезаряженным проверяемым аккумулятором, параллельно которому подключена нагрузка из последовательно соединённых двухваттного резистора сопротивлением 3,3 Ом и диода 1N5402. Часы остановятся, когда аккумулятор разрядится приблизительно до 0,9 В.



Рис. 3

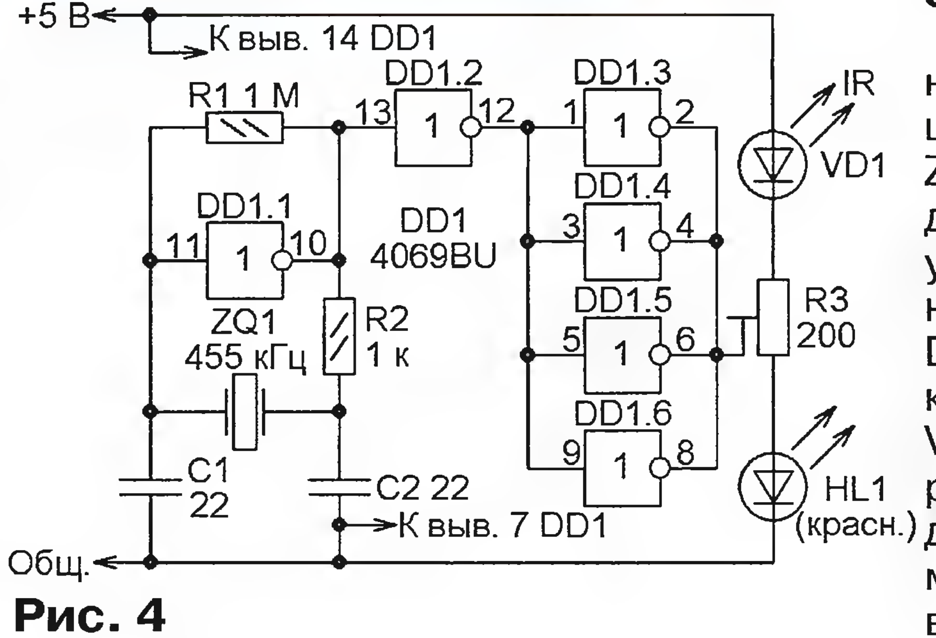


Рис. 4

Для удобства циферблат часов заменён самодельной шкалой, разбитой на десять больших делений по 100 мА·ч, а каждое из них — на десять мелких по 10 мА·ч. Ёмкость отсчитывают по положению часовой стрелки после остановки. Уточнить её по положению минутной и секундной стрелок в данном случае затруднительно, так как в часовом механизме передаточные числа между стрелками не равны десяти.

"Травомер". Этот прибор (по-чешски — trávoměr) разработан его автором для робота, который в процессе своих перемещений должен отличать зелёный травяной газон от асфальтированной дорожки серого цвета. Использовано различие в коэффициентах отражения этими поверхностями инфракрасного излучения и видимого красного света.

Схема передающей части "травомера" показана на **рис. 4 (http://nd05.jxs.cz/479/979/b75ffd771f_84521461_o2.png)**. Сигнал частотой 455 кГц, генератор которого собран на элементе DD1.1, через буферные элементы DD1.2 и соединённые параллельно DD1.3—DD1.6 поочерёдно включает излучающий диод ИК-диапазона VD1 и светодиод красного цвета свечения HL1. Подстроечным резистором R1 регулируют мощность излучения этих диодов так, чтобы принятые от них сигналы, отражённые от листа белой бумаги, были одинаковыми.

В "травомере" имеются два одинаковых приёмных канала, выполненных по изображённой на **рис. 5** схеме, в оригинале разделённой на две части **(http://nd05.jxs.cz/664/667/a90664db09_84521464_o2.png** и **http://nd05.jxs.cz/717/465/fc68d9e14f_84521465_o2.png)**.

Сигнал фотодиода VD1, усиленный транзисторами VT1 и VT2 и прошедший через полосовой фильтр ZQ1, поступает на логарифмический детектор, содержащий три ступени усиления на работающих в линейном режиме логических элементах DD1.1—DD1.3, сигналы с выходов которых детектируются диодами VD2—VD4 и суммируются на резисторе R16. Выходное напряжение такого детектора имеет близкую к логарифмической зависимость от амплитуды входного сигнала. А разность выход-

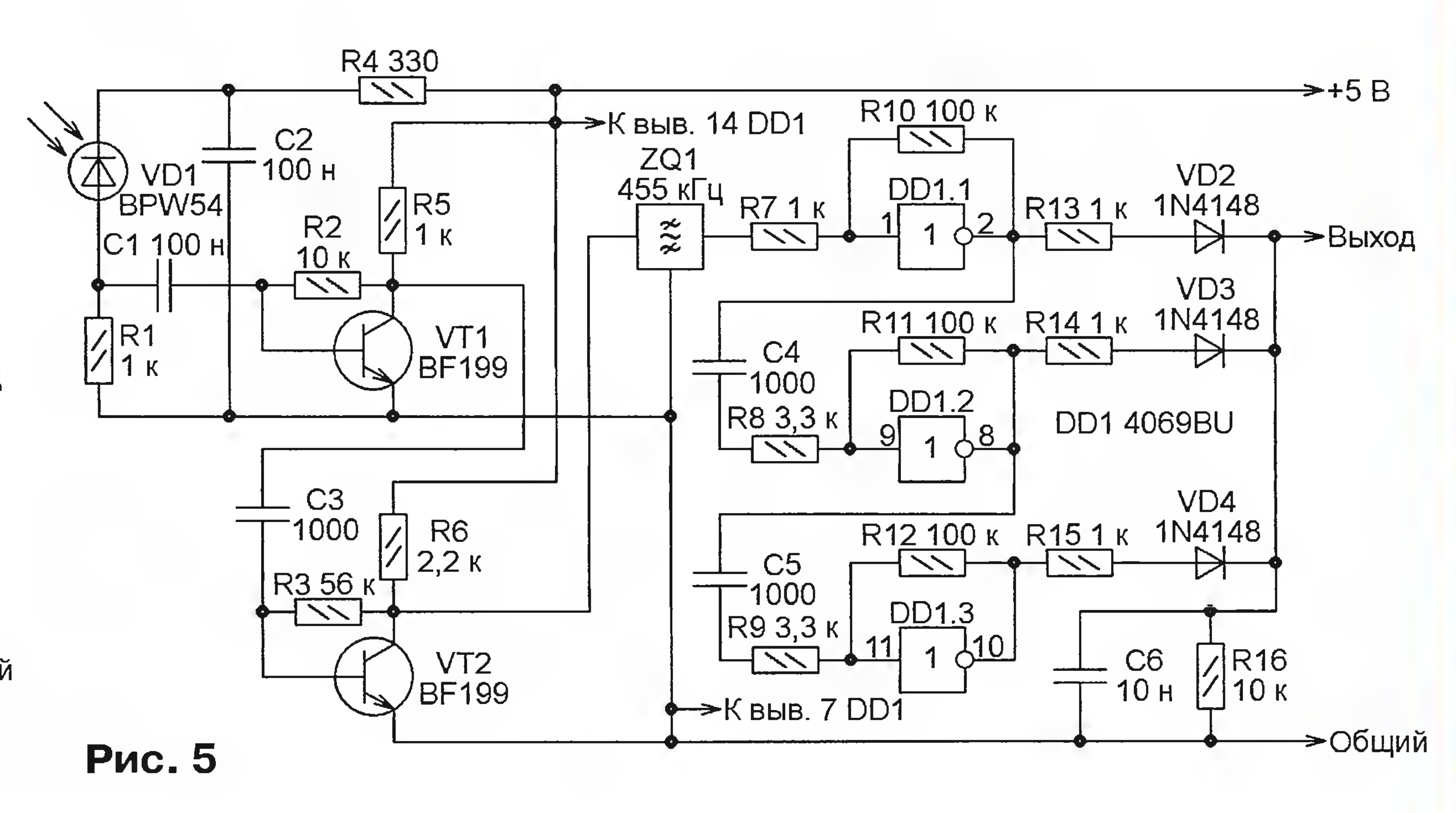


Рис. 5

ных напряжений двух приёмных каналов пропорциональна логарифму отношения амплитуд принятых ими сигналов. По ней и принимается решение о характере поверхности, по которой движется робот.

Автор обращает особое внимание на необходимость подбирать оптимальное расположение фотодиодов приёмных каналов относительно излучающего диода и светодиода передатчика. Каждый из фотодиодов должен принимать излучение только "своего" диода. Для предотвращения наводок передатчик и приёмники следует питать от разных источников.

Компьютерная мышь с подогревом. К её созданию привело стремление обеспечить себе наибольший комфорт при работе с мышью, нагрев её

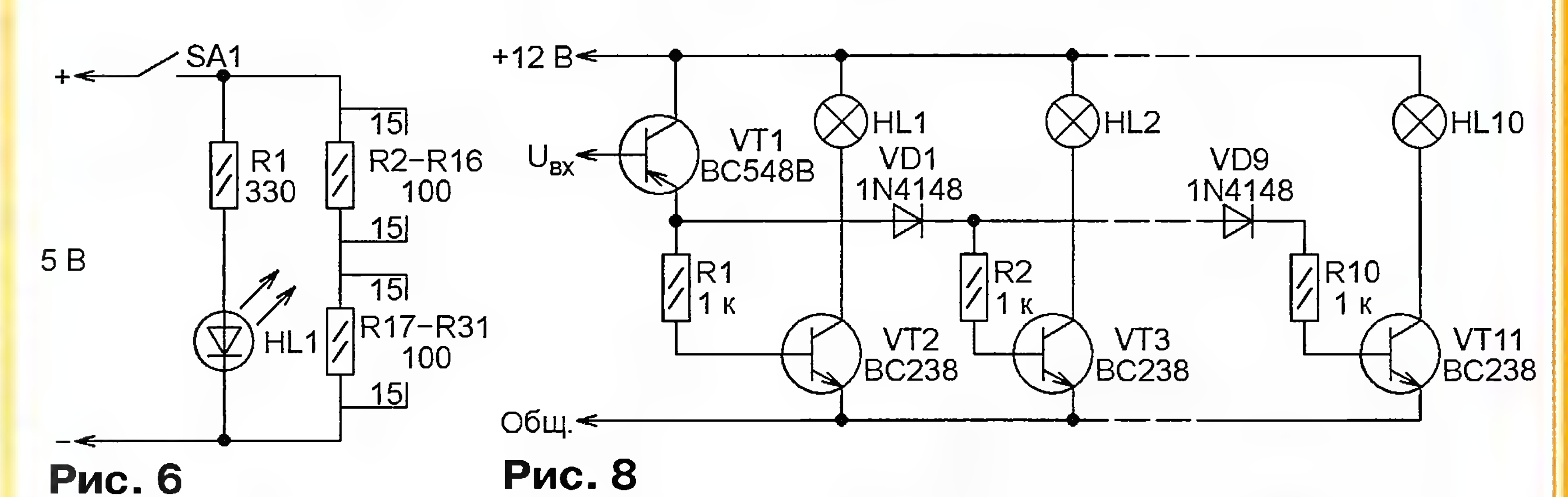


Рис. 6

Рис. 8

корпус до температуры около 40 °С. Схема узла подогрева показана на **рис. 6 (http://www.elweb.cz/c/78.gif)**, а фотоснимок приклеенных к внутренней стороне крышки корпуса мыши нагревательных резисторов — на **рис. 7 (http://www.elweb.cz/c/78b.jpg)**.

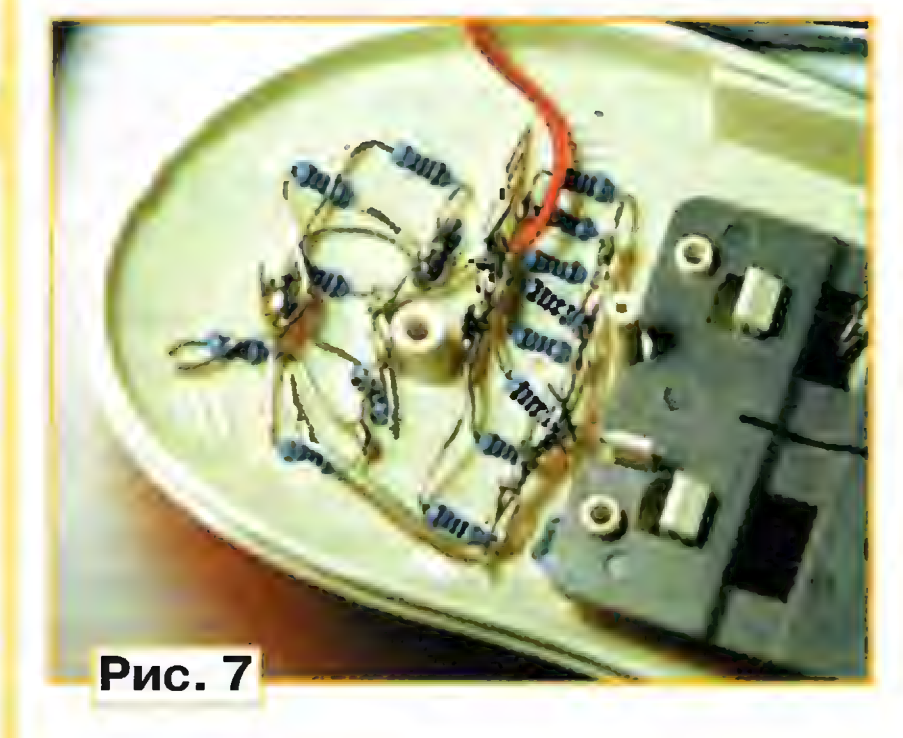


Рис. 7

Линейная шкала на лампах накаливания (рис. 8, http://www.postreh.com/phprs/picture/hromadna-01-2009/PT013schemavelky.png). Такие устройства обычно делают на светодиодах, однако в "ретро" конструкции можно применить вместо них и малогабаритные лампы накаливания.

Эмиттерный повторитель на транзисторе VT1 обеспечивает повышенное сопротивление нагрузки для источника контролируемого напряжения $U_{вх}$. По мере увеличения этого напряжения сначала открывается транзистор VT2 и включается лампа HL1, а затем поочерёдно открываются диоды VD1—VD9 с транзисторами VT3—VT11 и зажигаются лампы HL2—HL10.

Самодельный ИК-пульт для фотоаппарата взамен утерянного или неисправного дорогостоящего пульта для дистанционного нажатия на кнопку "Спуск" можно изготовить по схеме **рис. 9 (http://www.elweb.cz/c/113.gif)**. Для этого потребуются всего четыре детали: микроконтроллер PIC12F675-I/P, излучающий ИК-диод любого типа, батарея напряжением 3 В и кнопка. В программную память микроконтроллера необходимо загрузить коды из HEX-файла, который можно скачать по адресу **<http://www.elweb.cz/c/113/hex>**. При нажатии на кнопку он сформирует на выходе GP5 последовательность разделённых паузами пачек импульсов частотой 38 кГц. Длительность пачек и пауз (в миллисекундах) в этой последовательности следующая: 2,2—27—0,7—1,4—0,6—3,4—0,7—62—2,2—27—0,7—1,4—0,6—3,4—0,7.

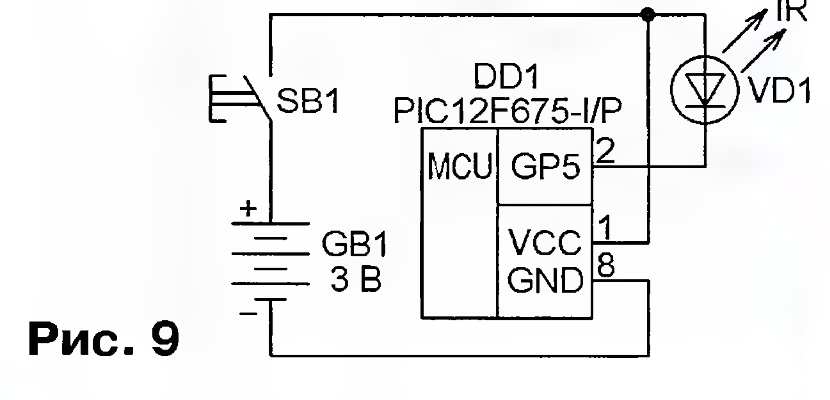


Рис. 9

Высверливание выводов деталей из печатной платы (рис. 10, http://www.ebastlirna.cz/images/image_article/praxe/buchna.gif). Используя микродрель и иглу диаметром 0,8 мм от медицинского шприца, можно извлекать радиодетали из печатных плат, не пользуясь паяльником и не повреждая печатные проводники.

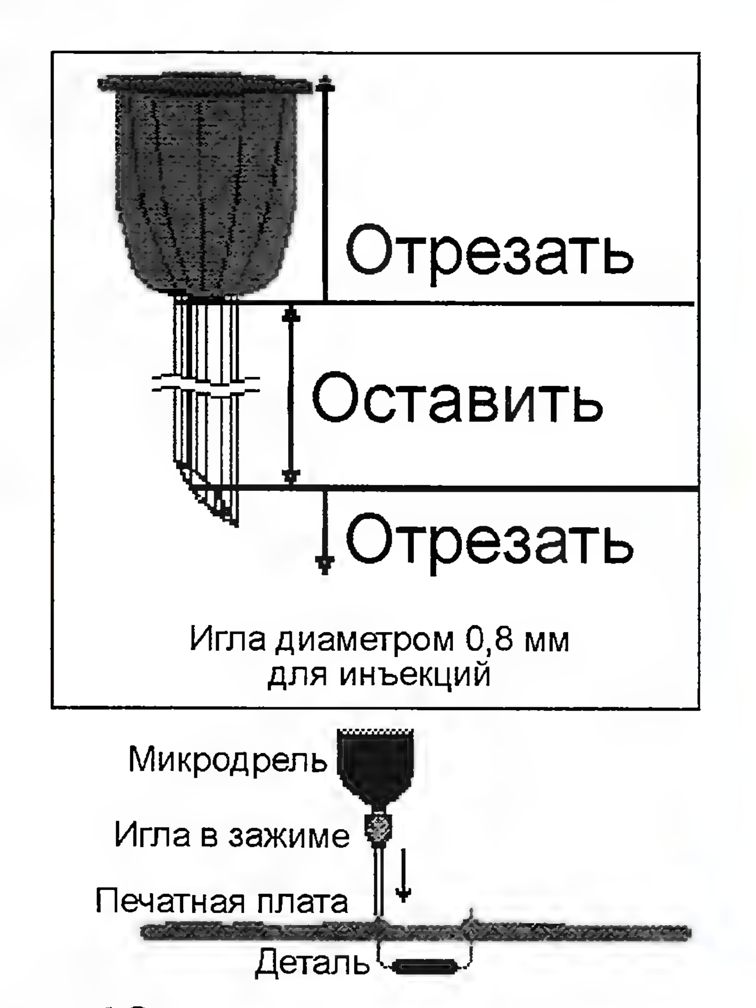


Рис. 10

Подготовил С. РЮМИК,
г. Чернигов, Украина

В настоящее время в радиолюбительской литературе появилось огромное число описаний электронных термометров. В большинстве этих устройств (например, [1—3]) использован цифровой датчик температуры DS18B20, что обусловлено его широкой распространённостью, относительно низкой стоимостью, простым подключением к микроконтроллеру с использованием всего одного вывода и высокой точностью (около 0,5 °С).

Но для оценки условий окружающей человека среды кроме температуры важны и другие параметры, особенно относительная влажность воздуха. До недавнего времени для её измерения применяли отдельные датчики, в большинстве своём аналоговые, требующие кропотливой калибровки. Но сегодня радиолюбителям стали доступны комбинированные цифровые датчики, измеряющие как температуру, так и влажность воздуха.

В качестве примера можно привести датчик SHT21 [4]. По заявлению производителя, это самый маленький в мире датчик влажности и температуры. Выпускается он в миниатюрном шестивыводном корпусе для поверхностного монтажа и соединяется с микроконтроллером по широко распространённому интерфейсу I^2C. Интервал измерения относительной влажности воздуха — 0...100 % при типовой погрешности ±2 %. Температура в интервале −40...+125 °С измеряется с типовой погрешностью ±0,3 °С. Всё это делает его очень привлекательным для использования в качестве датчика для бытового термометра-влагомера. К недостаткам можно отнести слишком маленькие размеры (3×3×1,1 мм) — далеко не каждый радиолюбитель легко справится с его монтажом на плату, а также довольно высокую стоимость. Однако в 2011 г. фирма Sensirion (разработчик датчика) в рекламных целях рассылала эти датчики всем желающим, и многие украинские и российские радиолюбители успели их получить. По мнению авторов, предлагаемая статья будет им очень полезна.

Для вывода информации в большинстве любительских микроконтроллерных приборов используются знакосинтезирующие индикаторы на светодиодах или жидких кристаллах. Первые потребляют много энергии, а вторые либо требуют сложного сопряжения с микроконтроллером, либо не отличаются большим размером цифр, что затрудняет считывание их показаний с большого расстояния или людьми с ослабленным зрением. В последнее время радиолюбители стали использовать в своих разработках графические ЖКИ от сотовых телефонов, позволяющие при малых габаритах и высокой экономичности синтезировать на экране цифры довольно большого размера. Самым популярным из них стал ЖКИ от сотового телефона Nokia 3310. Это объясняется лёгкостью его соединения с микроконтроллером (требуются всего четыре или пять проводов, а протокол обмена информацией очень прост) и несложным способом формирования изображения на экране с разрешением 84×48 пкс. К

Бытовой термометр-влагомер на базе датчика SHT21 и ЖКИ от телефона Nokia 3310

П. КУЗНЕЦОВ, С. СОКОЛ, г. Мариуполь, Украина

Авторы статьи предлагают читателям изготовить полезный в быту портативный прибор, основой которого являются указанные в заголовке компоненты.

тому же этот ЖКИ значительно дешевле обычно применяемых изделий фирм Winstar и МЭЛТ.

Микроконтроллер ATtiny2313 был выбран в качестве управляющего предлагаемым устройством благодаря своей распространённости, низкой стоимости, малым габаритам и широкому допустимому интервалу напряжения питания (2,7...5,5 В).

Схема термометра-влагомера показана на **рис. 1**. Он очень прост — кроме уже упомянутых датчика (B1), ЖКИ (HG1) и микроконтроллера (DD1), в нём всего три конденсатора, два резистора и три разъёма.

Рис. 1

Датчик B1, как было сказано выше, измеряет текущие температуру и влажность воздуха и по интерфейсу I^{2}C передаёт полученную информацию в микроконтроллер. Поскольку аппаратный модуль I^{2}C в микроконтроллере ATtiny2313 не предусмотрен, то обмен информацией организован программно. Резисторы R1 и R2, подключённые к линиям SDA и SCL, необходимы согласно спецификации интерфейса. Они поддерживают на них высокий логический уровень, когда выходные транзисторы интерфейсных передатчиков закрыты. Конденсаторы C1 и C2 — блокировочные цепей питания датчика и микроконтроллера. Они должны находиться как можно ближе соответственно к датчику B1 и микроконтроллеру DD1. Конденсатор C3 необходим для правильной работы ЖКИ и обязательно должен иметь указанную на рис. 1 ёмкость.

Датчик B1 и конденсатор C1 вынесены на отдельную плату, которая соединяется с основной посредством четырёхпроводного плоского кабеля и разъёма X2. Так сделано для того, чтобы иметь возможность поместить датчик в удобное для измерения температуры и влажности место. ЖКИ HG1 соединяется с микроконтроллером с помощью плоского восьмипроводного кабеля и разъёма X3. Информация на индикатор передаётся по реализованному программно интерфейсу SPI. Вилка X1 — двухрядная с расположением штырьков 5×2. Она предназначена для программирования микроконтроллера, а также для подачи на устройство напряжения питания по цепям VCC и GND. Назначение контактов вилки X1 такое же, как у стыкуемой с ней кабельной розетки отладочной платы STK200/300.

Термометр-влагомер собран на двух печатных платах: основной (**рис. 2**) и плате датчика (**рис. 3**). Обе выполнены из фольгированного с одной стороны текстолита.

Индикатор от телефона Nokia 3310 обычно продаётся вместе с клавиатурным блоком и микрофоном в виде сборки, показанной на **рис. 4**. В него встроен

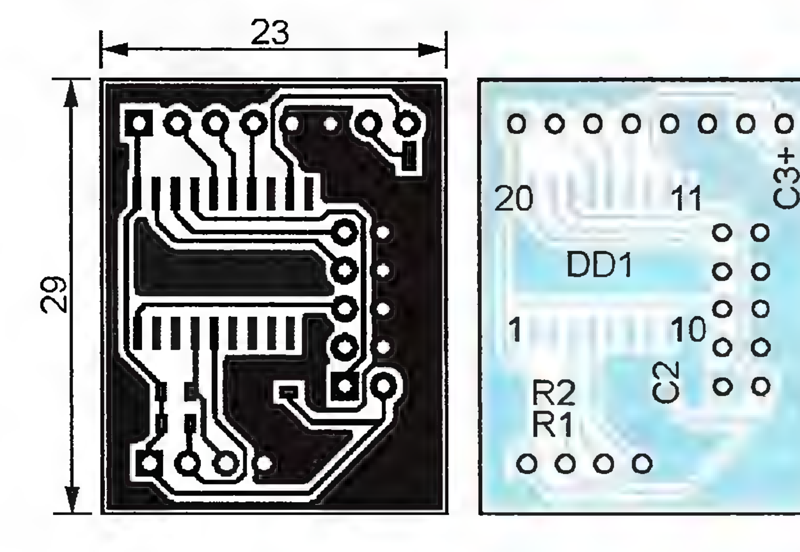


Рис. 2

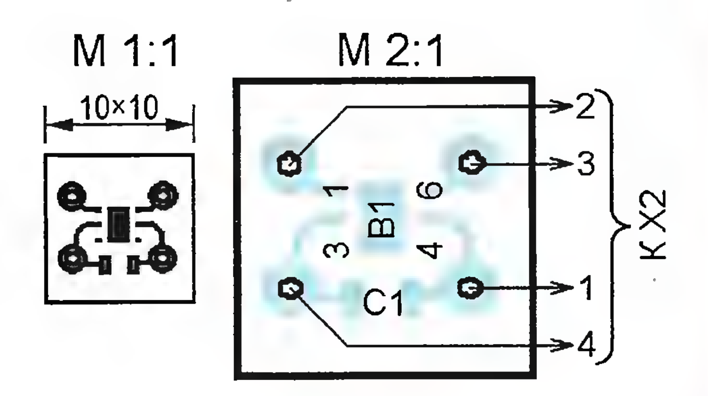


Рис. 3



Рис. 4

контроллер PCD8544, информацию о котором можно найти в [5]. С обратной стороны модуля индикатора находятся пружинные контакты, нумерация которых показана на **рис. 5**. К ним и следует припаять провода плоского кабеля, соединяющего ЖКИ с разъёмом X3.

Конечно, для уменьшения габаритов индикатор можно вынуть из корпуса и припаять провода непосредственно к нанесённым на стекло контактным площадкам. Но при этом крайне велик риск случайно повредить его, поэтому такой вариант не рекомендуется. Лучше отпилить от корпуса индикатора верхнюю и нижнюю части. При этом и пайка будет безопаснее, и индикатор останется защищённым от повреждений. Но даже в этом случае стоит помнить, что перегревать пружинные контакты при пайке нельзя. Если их пластмассовый держатель расплавится, это может привести к потере контакта или к замыканию.



Рис. 5

После сборки основной платы необходимо загрузить коды из файла ht_meter.hex в программную память микроконтроллера DD1. Конфигурацию микроконтроллера следует установить в соответствии с **рис. 6**.

	☐ BODLEVEL1	☐ BODLEVEL0	☐ RSTDISBL
☐ CKDIV8	☐ CKOUT	☐ SUT1	☑ SUT0
☑ CKSEL3	☐ CKSEL2	☐ CKSEL1	☑ CKSEL0

Рис. 6

Важно помнить, что максимальное напряжение питания датчика и ЖКИ — 3,6 В, поэтому необходимо отключить их от разъёмов X2 и X3 прежде, чем приступать к программированию микроконтроллера с помощью программатора с напряжением питания 5 В. Закончив программирование и отсоединив программатор, ЖКИ и датчик подключают обратно, затем подают напряжение питания (не более 3,6 В) на контакты 2 и 4 разъёма X1. Авторы использовали для питания прибора два последовательно соединённых гальванических элемента типоразмера AA.

Правильно собранный термометр-влагомер в налаживании не нуждается. На ЖКИ HG1 при его работе выводятся в две строки (**рис. 7**): значения температуры в градусах Цельсия и относительной влажности в процентах. Ниже ЖКИ в передней панели прибора вырезано и закрыто неплотной тканью окно, непосредственно за которым установлена плата с датчиком B1. Выключатель питания в устройстве не требуется, поскольку потребляемый им ток крайне мал, что позволяет ему работать от одного комплекта гальванических элементов непрерывно в течение полугода.

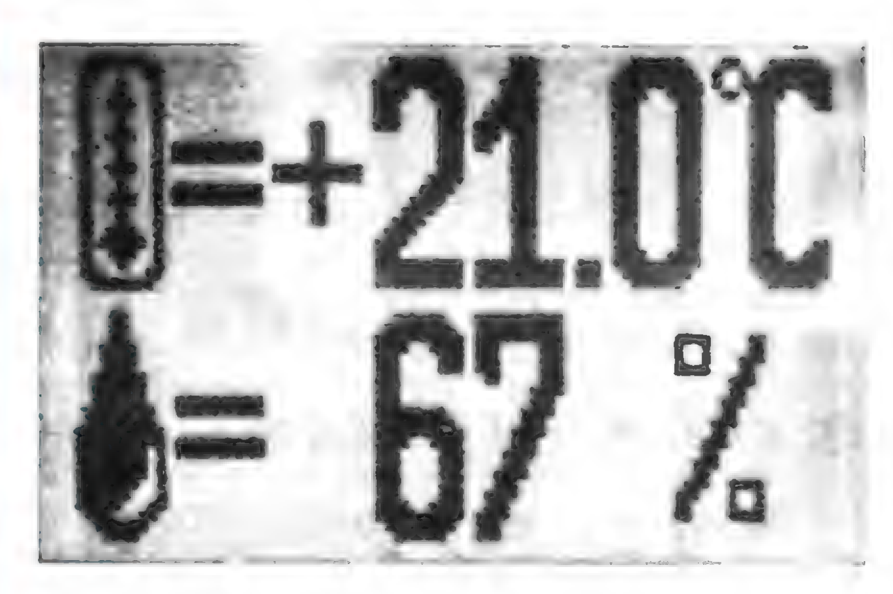


Рис. 7

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мельников А.** Термометр с ЖКИ и датчиком DS18B20. — Радио, 2007, № 1, с. 46.

2. **Фролов Д.** Компьютерный термометр с датчиком DS18B20. — Радио, 2004, № 9, с. 28, 29.

3. **Сокол С.** Цифровой термометр. — <**http://sokolsp.at.ua/publ/cifrovoj_termometr/1-1-0-6**>.

4. SHT21 Humidity and Temperature Sensor IC. — <**http://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion_Humidity_SHT21_Datasheet_V3.pdf**>.

5. PCD8544 48 84 pixels matrix LCD controller/driver. — <**http://www.chipfind.ru/datasheet/pdf/philips/pcd8544.pdf**>.

От редакции. *Файлы печатных плат в формате Diptrace и программа микроконтроллера имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/09/ht-meter.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Ремонт и модернизация электровентилятора SMF-3RDEA

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

При разборке на запчасти старой неисправной микроволновой печи из неё в числе потенциально полезных узлов был извлечён электровентилятор SMF-3RDEA. При осмотре электродвигателя на его обмотке были найдены следы короткого замыкания в виде разбрызганных шариков меди. Вентилятор работал, но обмотка двигателя сильно нагревалась через несколько секунд после включения. Поскольку вентилятор оказался очень тихим и создавал хороший воздушный поток, было решено его отремонтировать.

Сделал я это так. Катушку с обмоткой и магнитопроводом с помощью тисков, молотка и металлической отвёртки аккуратно выбил из статора электродвигателя, после чего магнитопровод выдавил из пластмассового каркаса катушки и срезал всю её обмотку. Новую обмотку — 4800 витков с отводом от 4000-го — намотал внавал проводом ПЭВ-2 или подобным диаметром 0,11 мм, равномерно распределяя витки по каркасу катушки. Если провод обрывался, его концы связывал узлом, сваривал в пламени спички или газовой зажигалки и изолировал тонкой плёнкой. Готовую обмотку несколько раз пропитал трансформаторным лаком. Сопротивление обмотки при комнатной температуре — примерно 580 Ом.

Поскольку электродвигатель вентилятора пришлось разбирать для ремонта, было решено заодно и усовершенствовать его, дав ему вторую функцию — понижающего трансформатора. Для этого, плотно обернув обмотку (в трансформаторе она будет первичной) несколькими слоями лакоткани или пропитанной цапонлаком офисной бумаги, я намотал поверх неё (виток к витку) вторичную обмотку — 430 витков провода ПЭВ-2 0,27 мм. Эту обмотку также пропитал лаком и защитил двумя слоями ПВХ изоленты. Вид катушки в сборе с магнитопроводом показан на **рис. 1**.

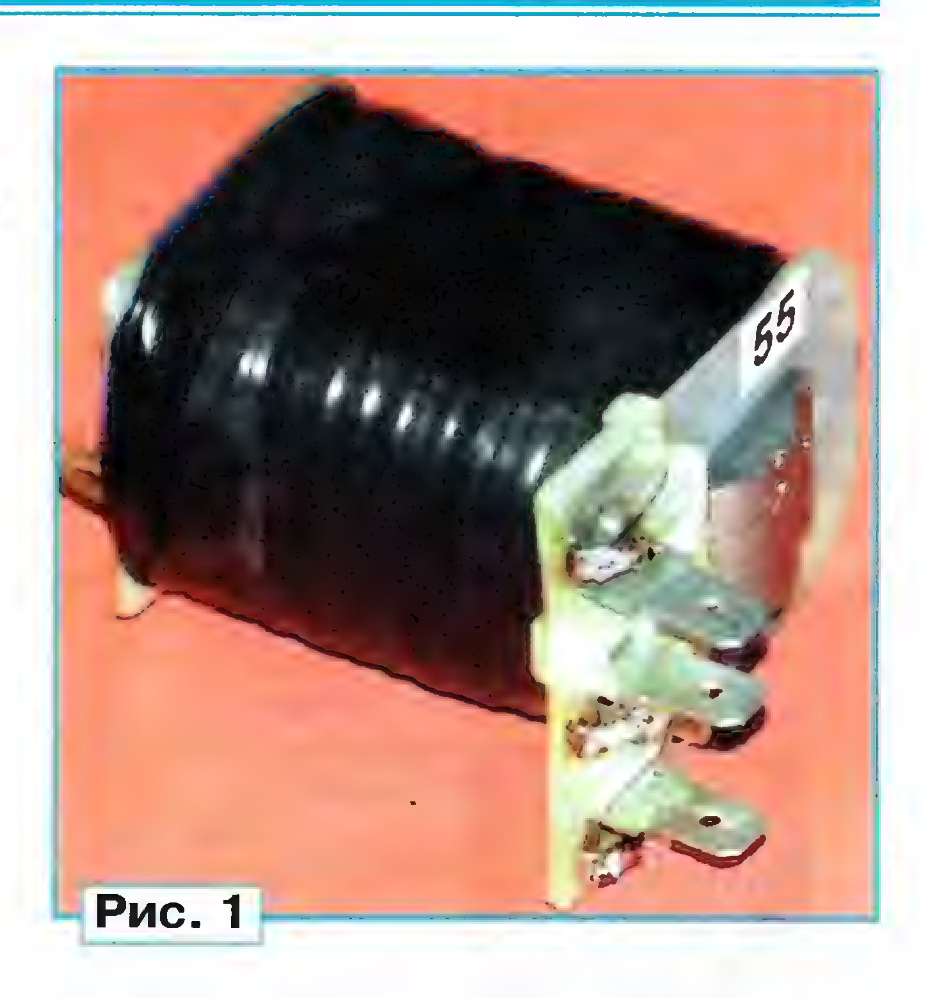


Рис. 1

Собирал электродвигатель в такой последовательности. Зажав статор в тисках, густо смазал магнитопровод клеем БФ-2 и вставил в катушку. Затем места стыковки магнитопровода и статора смазал этим же клеем и как можно быстрее аккуратно вбил магнитопровод в статор. Вид вентилятора в сборе показан на **рис. 2**.

Благодаря отводу от основной обмотки вентилятор после ремонта может работать в двух режимах — обычном и форсированном, когда используется не вся обмотка, а её часть из 4000 витков.

Частота вращения вентилятора в этом режиме заметно выше.

С дополнительно намотанной вторичной обмотки в режиме холостого хода можно снять переменное напряжение 17...19 В. Его можно использовать для различных целей, например, для питания светодиодной подсветки или автоматического управления режимами работы вентилятора. Следует, однако, учесть, что если обмотка вентилятора окажется обесточенной, обесточатся и питающиеся от вентилятора устройства.

Пример использования модернизированного электровентилятора в качестве стабилизированного источника питания с выходным напряжением 12 В показан на **рис. 3**. Напряжение сети поступает на первичную обмотку электродвигателя вентилятора через защитный резистор R1 и замкнутые контакты переключателя SB1. В его положении, показанном на схеме, вентилятор работает в обычном режиме. Варистор RU1 защищает первичную обмотку от всплесков напряжения сети. С вторичной обмотки вентилятора переменное напряжение 17...19 В через самовосстанавливающий предохранитель FU1 поступает на мостовой выпрямитель VD1—VD4. Конденсатор C5 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения.

Стабилизатор напряжения выполнен на микросхеме 78R12L-TF4-T (DA1), представляющей собой линейный стабилизатор напряжения положительной полярности с выходным напряжением 12 В. Максимальное входное напряжение — 35 В. Микросхемы этой серии отличаются от обычных (серий 78xx, 78Mxx, КР142) наличием входа управления и уменьшенным падением напряжения между входом и выходом (у 78R12L-TF4-T оно не превышает 0,5 В при токе нагрузки 1 А).

Микросхемы серии 78Rxxx выпускаются в разных корпусах на несколько фиксированных значений выходного напряжения (3,3; 5, 9, 12 В) и с регулируемым выходным напряжением. На **рис. 3** показана цоколёвка микросхемы 78R12L-TF4-T в четырёхвыводном корпусе TO-220F-4. Если необходимо дополнительное охлаждение, микросхему устанавливают на теплоотвод.



Рис. 2

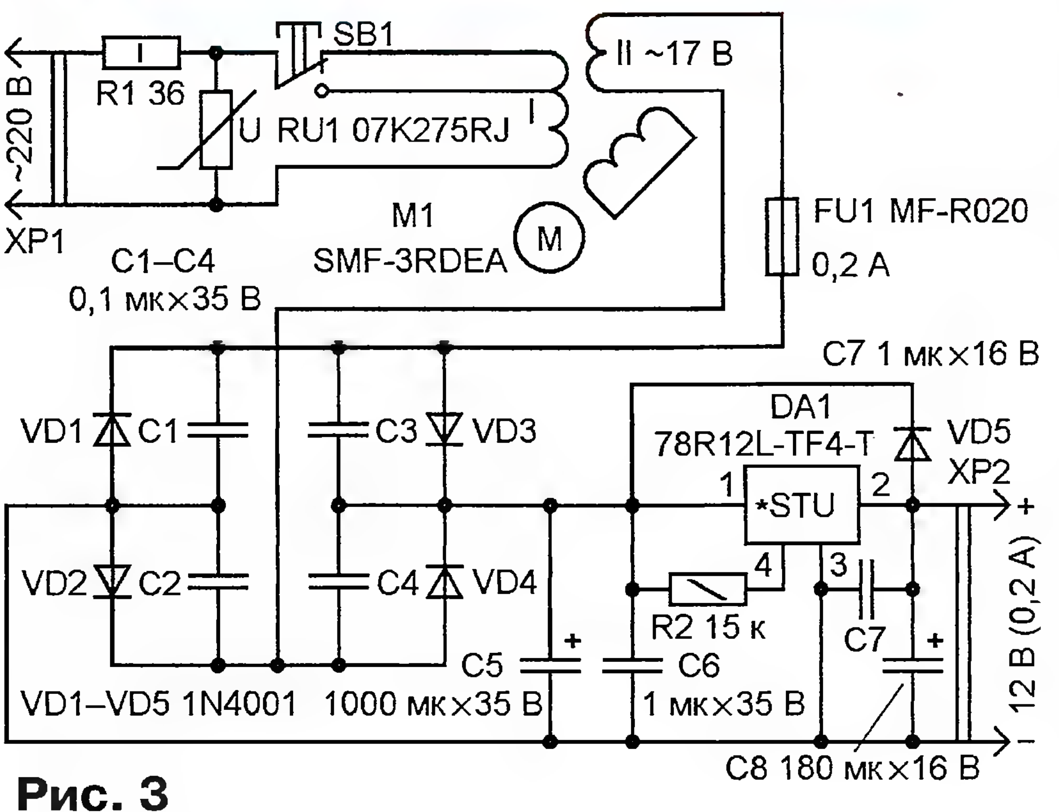


Рис. 3

Диоды 1N4001 можно заменить любыми аналогичными, например, серий 1N400x, КД208, КД243, КД247. Конденсаторы C5, C8 — оксидные импортные, остальные — малогабаритные плёночные или керамические с номинальным напряжением не ниже указанного на схеме. Самовосстанавливающийся предохранитель FU1 — любого типа с рабочим напряжением 30...60 В и током срабатывания 0,15...0,2 А. Резистор R1 желательно установить невозгораемый Р1-7 или импортный разрывной. Варистор 07K275RJ (RU1) заменим любым из ряда FNR-14K431, FNR-20K431, FNR-07K471. Кнопочный переключатель SB1 — любого типа с контактами, рассчитанными на коммутацию переменного напряжения не ниже 250 В.

Изменив число витков вторичной обмотки электродвигателя, можно изготовить источник питания с другим выходным напряжением, однако мощность, потребляемая нагрузкой, в любом случае не должна превышать 3 Вт.

В отсутствие нагрузки вторичной обмотки вентилятор в обычном режиме потребляет от сети ток 90 мА, в форсированном — 110 мА. При комнатной температуре нагрев обмотки и статора электродвигателя не превышает 45 °С. Увеличение тока подключённой к вентилятору нагрузки приводит к снижению частоты вращения. Уменьшение её увеличением нагрузки на вал двигателя, например, торможением крыльчатки рукой, не приводит к изменению напряжения на выводах вторичной обмотки.

Аналогичным образом можно доработать и другие подобные электродвигатели. Кстати, так называемые электродвигатели-трансформаторы применялись в 70—80-х годах прошлого века в некоторых отечественных магнитофонах, где электродвигатель с дополнительной обмоткой, питаемый от сети 220 В, одновременно выполнял функцию понижающего трансформатора блока питания электронных узлов.

Автомат управления инкубатором

С. САМОЙЛОВ, г. Харьков, Украина

Автомат собран на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 137×65 мм, чертёж которой приведён на **рис. 3**. Она рассчитана на установку резисторов R4—R8, R10, R16, R22 типоразмера 0805, а R3 — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Резисторы R1, R2, R9, R11, R14, R15, R17—R21 — МЛТ-0,125; R23, R24 — МЛТ-0,25; R13 — МЛТ-1. Все резисторы МЛТ могут быть заменены другими соответствующей мощности с проволочными выводами.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2013, № 8

Подстроечный резистор R12 — СП3-19а или импортный 3329H.

Конденсаторы C1, C2, C5, C6, C9—C11, C13, C14, C19 — типоразмера 0805, а C3, C4 — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Конденсаторы C7, C8, C15, C16 — К10-17б или аналогичные импортные. Оксидные конденсаторы C12, C17 — любого типа с радиальными выводами.

Для микроконтроллера DD1 на плате должна быть установлена панель, в которую его вставляют уже запрограммированным. Кроме микроконтроллера указанного на схеме типа, можно применить любую его модификацию в корпусе DIP28, а также микроконтроллеры серии ATmega88 или ATmega168 в таких же корпусах.

Микросхему L78L05 в корпусе TO-92 можно заменить на 7805 в корпусе TO-220 с учётом различия в назначении выводов или на другой трёхвыводный интегральный стабилизатор напряжения 5 В.

Датчик влажности HIH-4010-004 заменяется любым из серий HIH-4010, HIH-4020, HIH-4021, HIH-3610. Предпочтительно использовать варианты с индексами 003 или 004, к которым прилагаются калибровочные вкладыши.

В качестве излучателя звука кроме MEB-12C-5 подойдёт и другой диаметром 12 мм с встроенным генератором и напряжением питания 5 В.

Замена полевого транзистора BSH201 — IRLML6401, IRLML6402, BSS84 и другие с каналом р-типа в корпусе SOT-23. Полевые транзисторы BS170 можно заменить биполярными структуры n-p-n из серий BC546—BC550.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

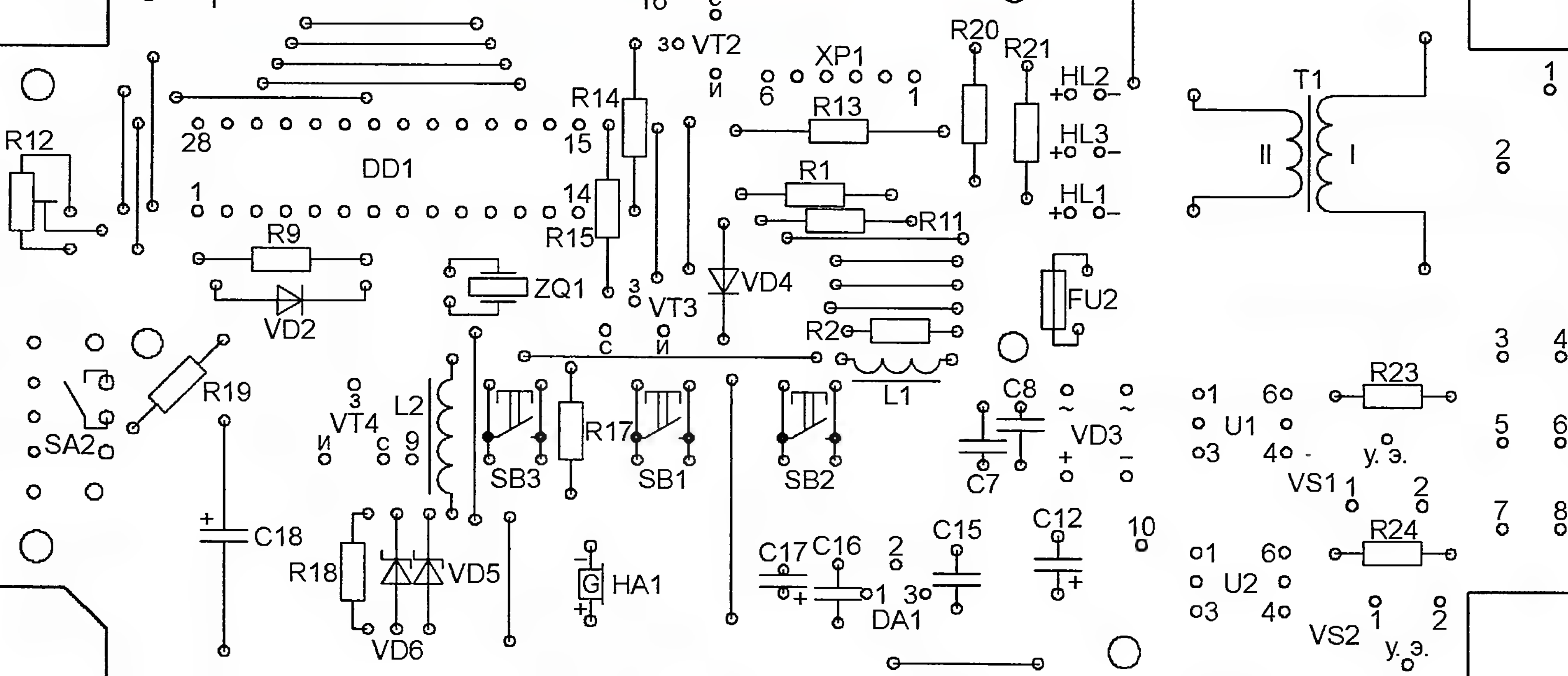


Рис. 3

На замену диодного моста DB101 пригоден любой подобный в корпусе DIP с максимальным выпрямленным током не менее 300 мА. Оптосимисторы MOC3043M можно заменить на MOC3063M, а симисторы BT131-600 — на BT131-800 или BT131-500.

Вместо ЖКИ WH1602B-YGH-CTK можно применить аналогичный с двумя строками по 16 символов и встроенным контроллером, совместимым с KS0066, имеющий символы кириллицы в знакогенераторе. В случае использования ЖКИ с белой светодиодной подсветкой необходимо увеличить сопротивление резистора R13 до получения её комфортной яркости. На плате для установки индикатора в соответствующие отверстия монтируют 16-гнёздную колодку серии BLS, а ответную 16-контактную штыревую колодку серии PLS



Рис. 4

ATmega8

☐ RSTDISBL ☐ WDTON ☐ SPIEN ☐ CKOPT ☑ EESAVE ☐ BOOTSZ1 ☐ BOOTSZ0 ☐ BOOTRST
☐ BODLEVEL ☑ BODEN ☑ SUT1 ☑ SUT0 ☑ CKSEL3 ☑ CKSEL2 ☑ CKSEL1 ☐ CKSEL0

ATmega88, ATmega168

☐ 7 ☐ 6 ☐ 5 ☐ 4 ☐ 3 ☐ BOOTSZ1 ☐ BOOTSZ0 ☐ BOOTRST
☐ RSTDISBL ☐ DWEN ☐ SPIEN ☐ WDTON ☑ EESAVE ☐ BODLEVEL2 ☐ BODLEVEL1 ☑ BODLEVEL0
☑ CKDIV8 ☐ CKOUT ☑ SUT1 ☑ SUT0 ☑ CKSEL3 ☑ CKSEL2 ☐ CKSEL1 ☑ CKSEL0

Рис. 5

распаивают в отверстия на плате модуля индикатора, который крепят к плате на четырёх стойках высотой 16 мм.

Трансформатор T1 — V30AJ-10A2P7. Его можно заменить другим подходящих размеров с напряжением на вторичной обмотке 9 В при токе нагрузки 160 мА. Самовосстанавливающийся предохранитель FU2 — MF-R010.

Вместо светодиодов BL-L2506PGC (зелёный), BL-L2506URC (красный), BL-L2506UWC (белый) можно применить и другие подходящего цвета свечения, желательно в прямоугольном корпусе и с номинальной яркостью не менее 250 мкд. Подборкой резисторов R2, R6, R7 добиваются желательной яркости их свечения.

Дроссели L1, L2 — LGA0305. Вилка XP1 — угловая WF-6R. Её ответная часть XS1 (см. рис. 2) — HU-6. Кнопки SB1—SB3 размерами 6×6×26 мм с цветными пластмассовыми колпачками.

В собранном автором устройстве в качестве резервного источника питания применён ионистор ёмкостью 3 Ф на 5,5 В. Можно использовать и другие с номинальным напряжением не менее 5 В. В случае замены ионистора литиевым элементом CR2032 на плату монтируют его держатель, а резистор R18 не устанавливают.

Печатная плата помещена в стандартный пластмассовый корпус Z-52 и укреплена в нём на четырёх стойках высотой 9 мм. Под индикатор в корпусе вырезано прямоугольное окно. Сделаны отверстия под светодиоды, кнопки, выключатели и кабели, идущие к инкубатору. Внешний вид собранного автомата показан на **рис. 4**.

Датчики температуры (BK1) и влажности (B1) для обеспечения теплового контакта прижимают один к другому с помощью термоусаживаемой трубки. При этом окно чувствительного элемента датчика влажности должно быть направлено наружу и к нему обеспечен свободный доступ воздуха. Длина соединительного кабеля между датчиками и платой автомата может достигать 400 мм.

Для программирования микроконтроллера был использован программатор PonyProg. К статье прилагаются три варианта файлов, содержащих коды для загрузки во FLASH-памяти микроконтроллеров разных типов: Inkubat_8.hex для ATmega 8, Inkubat_88.hex для ATmega88 и Inkubat_168.hex для ATmega168. Конфигурацию микроконтроллеров устанавливают в соответствии с **рис. 5**.

Первое включение автомата желательно производить, не вставляя микроконтроллер в предназначенную для него панель. Следует убедиться, что на входе интегрального стабилизатора DA1 имеется напряжение +9...16 В, а на выходе — +5 В. После этого, выключив питание, можно установить микроконтроллер. Снова включив питание, необходимо отрегулировать контрастность ЖКИ с помощью подстроечного резистора R13.

На индикатор должна быть выведена информация, показанная на **рис. 6**.

В верхней строке (слева направо):

— знак термометра;

— измеренное значение температуры в формате XX.XX °C;

— знак включения нагревателей "↑";

▯25.00°C↑○v28.1%
♦37.7°C 0:00/ 0

Рис. 6

Цыплята 21дн
37.7°C 50÷60%

Рис. 7

Напряж. батареи:
Uбат.=3.201В

Рис. 8

▯25.03°C↑Yv28.1%
+0.03°C 0:01/ 0

Рис. 9

▯25.03°C↑⅄v28.1%
Инт.замер.t°C:1c

Рис. 10

▯25.03°C↑⅄v28.1%
Zero: 867 mV

Рис. 11

▯25.03°C↑⅄v28.1%
Slope: 29.520 mV

Рис. 12

▯25.03°C↑Yv28.1%
Точн.хода:-0.04c

Рис. 13

▯25.03°C↑Yv28.1%
Звук: Вкл.

Рис. 14

— анимационный символ вращающегося яйца, свидетельствующий о поданном на устройство поворота яиц напряжении;

— буква H перед значением влажности (или чередующиеся буквы H и v при недостаточной влажности);

— измеренное значение влажности в формате XX.X %.

В нижней строке (слева—направо):

— знак заданной температуры;

— заданное значение температуры в формате XX.X °C;

— счётчик времени инкубации в формате ЧЧ:ММ/Дни.

При нажатии на кнопку SB1 на индикатор выводится подсказка о выбранном режиме, подобная показанной на **рис. 7**: вид птицы, продолжительность инкубации, необходимые температура и влажность. Во время двух последних суток инкубации влажность необходимо повышать до значения, которое выводится на индикатор при нажатии на кнопку SB1 в этот период. Если нажать на SB2, на индикатор будет выведена информация о состоянии резервного источника питания, как показано на **рис. 8**.

Для установки требуемой температуры инкубации необходимо нажать и удерживать кнопку SB3 не менее 1 с. Когда цифры установленной температуры начнут мигать, кнопку можно отпустить. Изменяют температуру в пределах 0,1...39,9 °C нажатиями на кнопки SB1 и SB2. Одновременным нажатием на SB1 и SB2 можно установить температуру, которая задана в строке 111 исходного текста программы:

```
# define Ti 3770
```

Значение константы Ti — целое число, в 100 раз большее задаваемой температуры в градусах Цельсия.

Для быстрого изменения температуры кнопки SB1 или SB2 нужно удерживать нажатыми. Это касается и установки других параметров. Спустя 0,9 с начнётся автоматическое увеличение или уменьшение изменяемого значения. Если после 255 шагов изменения кнопка остаётся нажатой, а параметр ещё не достиг предельного значения, для ускорения изменения шаг автоматически увеличивается.

После установки требуемой температуры можно последовательными нажатиями на кнопку SB3 перейти к установке счётчика времени (если в этом есть необходимость) и вида птицы (цыплята, утята, гусята, индюшата, перепелята). Следующим нажатием на SB3 автомат переводят в обычный рабочий режим.

Для корректировки показаний датчиков температуры и влажности необходимо нажать и удерживать кнопку SB3, после чего на 1 с дополнительно нажать на кнопку SB1. На индикаторе появится информация, показанная на **рис. 9**, причём выведенное в начале нижней строки значение поправки к показаниям датчика температуры мигает. После этого обе кнопки можно отпустить. Изменяют поправку кнопками SB1 и SB2 в пределах от −0,99 до +0,99 °C. Одновременным нажатием на кнопки SB1 и SB2 можно установить нулевую поправку. Установленное значение сохраняется в энергонезависимой памяти датчика DS18B20.

В результате следующего нажатия на кнопку SB3 устройство перейдёт в режим установки периода повторения измерений температуры. При этом на индикатор будет выведена информация, показанная на **рис. 10**. Кнопками SB1 и SB2 можно выбрать значения периода 1, 2 или 3 с. Чем период больше, тем выше точность измерения за счёт уменьшения дополнительного нагревания датчика температуры потребляемым им током.

Следующим нажатием на кнопку SB3 автомат будет переведён в режим установки нулевой точки Zero датчика влажности. При этом индикатор примет вид, показанный на **рис. 11**. Значение Zero (Zerooffset) берут из прилагаемого к датчику вкладыша и устанавливают в пределах 500...1400 мВ нажатиями на кнопки SB1 и SB2. Одновременным нажатием на эти кнопки можно загрузить заранее заданное значение Zero — константу Zr из строки 112 исходного текста программы (867 мВ в авторском варианте):

```
# define Zr 867
```

Ещё одно нажатие на кнопку SB3 переведёт автомат в режим установки крутизны преобразования Slope датчика влажности. Индикатор примет вид, показанный на **рис. 12**. Изменяют значение кнопками SB1 и SB2 в пределах 27500...34500 мкВ/%. Одновременным нажатием на них можно загрузить значение, заранее заданное константой sl в строке 113 исходного текста программы (29520 мкВ/% в авторском варианте):

```
# define Sl 29520
```

После следующего нажатия на кнопку SB3 устройство переходит в обычный рабочий режим.

Если нажать и удерживать кнопку SB3, а после этого на 1 с дополнительно нажать на SB2, автомат перейдёт в режим корректировки точности хода счётчика времени. На индикаторе появится информация, показанная на **рис. 13**, после чего обе кнопки можно отпустить. Далее кнопками SB1 и SB2 изменяют значение поправки в пределах от −9,99 до +9,99 с. Одновременным нажатием на обе кнопки можно установить нулевую поправку.

Следующее нажатие на кнопку SB3 приведёт индикатор в вид, показанный на **рис. 14**. Нажатиями на SB1 и SB2 включают и выключают звуковую сигнализацию.

Ещё одно нажатие на кнопку SB3 выведет на индикатор информацию о напряжении внутреннего резервного источника питания микроконтроллера (ионистора или литиевого элемента), аналогичную показанной на рис. 8. Нажатиями на SB1 и SB2 можно добиться равенства значения на индикаторе автомата и показаний образцового вольтметра, подключённого к резервному источнику. Этим устраняется погрешность измерения напряжения, связанная с разбросом сопротивления резисторов R19 и R22 и отклонением от номинала образцового напряжения АЦП в микроконтроллере. Одновременным нажатием на кнопки SB1 и SB2 можно загрузить в соответствующую ячейку памяти номинальное, согласно справочным данным микроконтроллера, напряжение его источника образцового напряжения. Но следует помнить, что на индикатор выводится не оно, а напряжение источника резервного питания.

Ещё одним нажатием на кнопку SB3 автомат возвращают в обычный рабочий режим. Все введённые значения сохраняются в EEPROM микроконтроллера.

После любых изменений в исходном тексте программы его следует скомпилировать заново, указав нужный тип микроконтроллера в строках 43—45 файла Makefile. Пользоваться следует компилятором WinAVR версий 2006 г. Более поздние версии игнорируют собственные функции выдержки времени. Коды из полученного HEX-файла прошивки следует загрузить во FLASH-память микроконтроллера.

Собранный автомат управления устанавливают вместо штатного аналогового терморегулятора на верхней крышке инкубатора. Вентилятор крепят к этой крышке на двух уголках с помощью саморезов. Направление движения воздуха — по диагонали от одного угла к другому. Автор использовал вентилятор HA50151V4 размерами 50×50×15 мм. Его можно заменить другим на напряжение 12 В и ток до 50 мА. Особое внимание следует обратить на габариты вентилятора. Он должен свободно размещаться в инкубационной камере.

Все соединения выполняют кабелями с разъёмами, аналогичными применённым в штатном аналоговом регуляторе. Кабель с датчиками пропускают через отверстие в верхней крышке корпуса инкубатора и укладывают датчики сверху на заложенные яйца.

После сборки инкубатора первым делом следует проверить работу устройства поворота яиц. Для удобства выключателем SA2 необходимо отключить резервный источник питания. После этого при включении питания сетевым выключателем отсчёт времени начнётся с нуля и запустится устройство поворота яиц. За 9 с решётка с ними должна переместиться из одного крайнего положения в другое. Если начало движения и остановка происходят не в крайних положениях, следует выключить и снова включить питание автомата для повторного запуска устройства поворота яиц. По достижении решёткой одного из своих крайних положений питание следует выключить, чтобы в дальнейшем движение начиналось с этой точки.

Если используется инкубатор другого типа и продолжительность движения решётки из одного крайнего положения в другое значительно меньше или больше 9 с, то можно изменить длительность подачи на её привод сетевого напряжения, отредактировав строку 116 исходного текста программы.

Наладив устройство поворота яиц, включите резервный источник питания выключателем SA2, проверьте работу вентилятора, который должен включиться в 00:01 мин, а по росту температуры в инкубационной камере — работу нагревателей.

Тёплую кипячёную воду в поддоны на нижней крышке корпуса инкубатора заливают в соответствии с прилагаемой к инкубатору инструкцией. Начинать следует с небольшого количества воды в одном из четырёх поддонов. Когда температура в инкубационной камере сравняется с заданной, можно при необходимости постепенно доливать воду, контролируя влажность по индика-

тору. Время выхода инкубатора в установившийся температурный режим — несколько часов и зависит от температуры окружающей среды.

В случае пропадания сетевого напряжения следует укрыть инкубатор тёплым одеялом или другими вещами для сохранения тепла и позаботиться о скорейшем возобновлении сетевого питания.

За два дня до окончания срока инкубации рекомендуется убрать ограничительную решётку, чтобы предотвратить травмирование молодняка при выводе.

***От редакции**. Программы для микроконтроллера автомата имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/09/inkubat.zip** на нашем FTP-сервере.*

Доработка сварочного аппарата

Л. СТЕПАНОВ, г. Истра Московской обл.

Автор предлагает улучшить надёжность работы сварочного аппарата и удобство работы с ним путём несложных доработок, доступных для повторения большинству читателей.

В нескольких изданиях журнала "Радио" был опубликован ряд статей о сварочных аппаратах и устройствах управления ими. Используя материалы этих статей и собственные наработки, я изготовил сварочный аппарат для электродуговой сварки. Далее решил усовершенствовать принадлежности к сварочному аппарату: головной защитный щиток, электрододержатель, токоподводящий зажим. Начал с головного защитного щитка: у имеющегося нарушилась фиксация его положений. Приобрёл в торговой сети головной защитный щиток ЭОС-2 с электронно-оптическим управлением светофильтра. Хорошее устройство. Его применение значительно улучшает условия труда сварщика и качество выполняемых сварочных работ. Но вскоре щиток перестал работать. Вышла из строя солнечная батарея. Восстановить работу электроннооптического светофильтра не удалось. Решил удалить его со щитка и заменить самодельным электромеханическим, управляемым с пульта электрододержателя. В результате этой и последующих доработок был собран и испытан в работе сварочный аппарат, схема которого приведена на **рис. 1**.

Сварочный аппарат содержит:

— блок включения и защиты (БВЗ) — A1;

— головной щиток с блоком электромеханического светофильтра — блок A2;

— сварочный трансформатор — блок A3;

— электрододержатель — блок A4;

— токоподводящий зажим (ТПЗ).

Рассмотрим работу аппарата поблочно.

БВЗ включает сварочный аппарат тумблером SA2 с пульта управления, расположенного на электрододержателе (блок A4), автоматически отключает от сети при внештатных ситуациях и при повышении температуры обмоток сварочного трансформатора выше 65 °C. Он содержит автоматический выключатель QF1, реле K1, источник питания обмотки реле K1, выполненный на сетевом трансформаторе T1, выпрямительных диодах VD2—VD5, сглаживающем конденсаторе C1 и параметическом стабилизаторе R1, VD1. При замыкании контактов тумблера SA2 обмотка реле K1 подключается к выходу стабилизатора. Реле срабатывает и своими контактами K1.1 подаёт сетевое напряжение на обмотку I трансформатора T1. Стабилизатор поддерживает номинальное напряжение на обмотке реле K1 при работе сварочного аппарата.

Резистор R1 — С5-37, его можно заменить двумя резисторами МЛТ-2 сопротивлением 910 Ом, соединёнными параллельно. Реле K1 — РКС 3, паспорт РС4.501.200. В случае ненадёжного срабатывания реле следует установить стабилитрон VD1 с большим напряжением стабилизации (15...18 В) и уменьшить сопротивление резистора

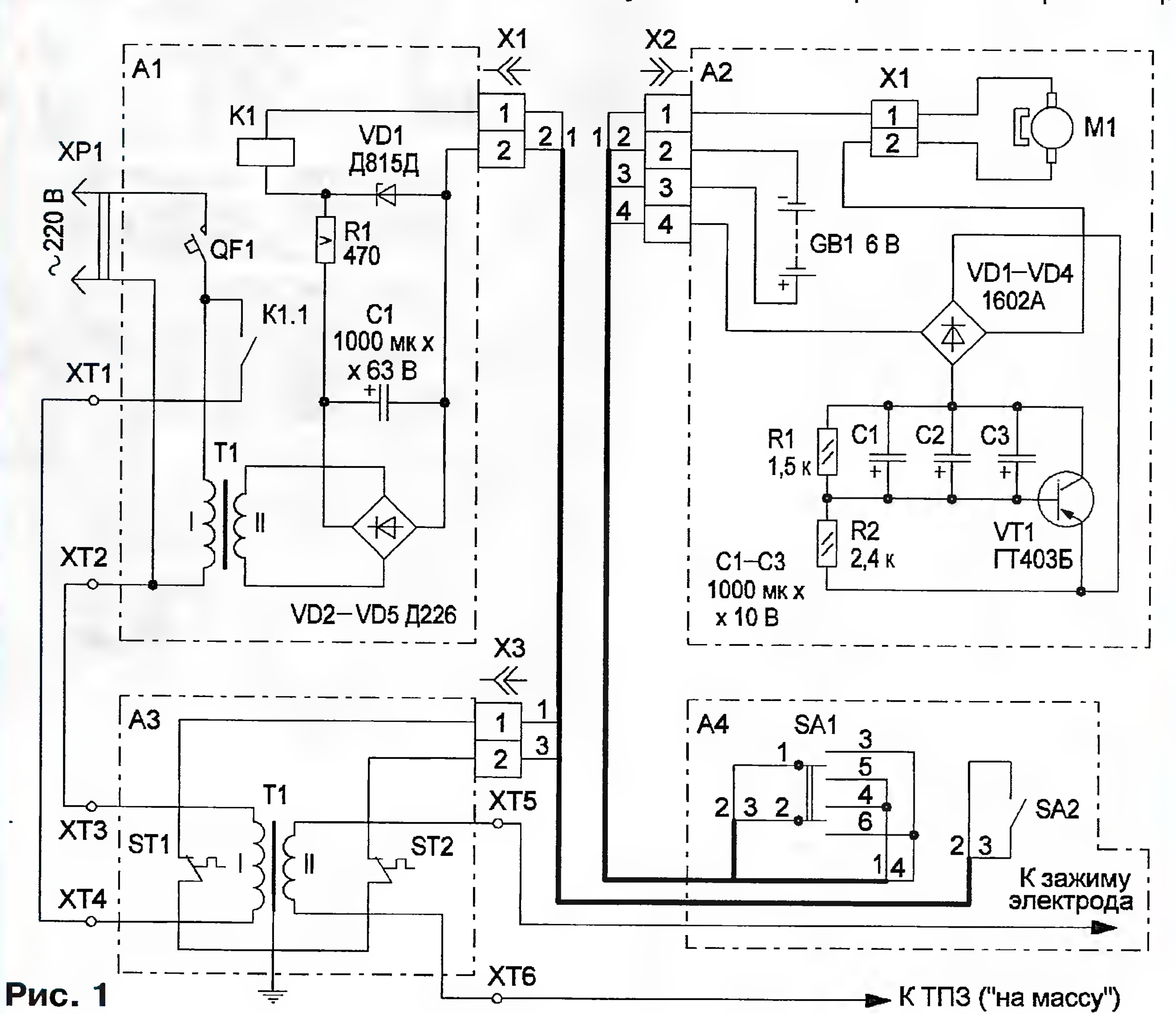


Рис. 1

тел. 608-28-38 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

R1 до 200...270 Ом. Автоматический выключатель импортный фирмы MONTEL на ток 30 А. Трансформатор Т1 выполнен на магнитопроводе ШЛО-20×16 мм. Первичная обмотка содержит 2400 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,14 мм, вторичная — 280 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,31 мм. Также можно применить любой сетевой понижающий трансформатор мощностью 2...3 Вт с напряжением на вторичной обмотке 25...27 В. Разъём Х1 — соединитель ОНЦ-ВГ-5/16.

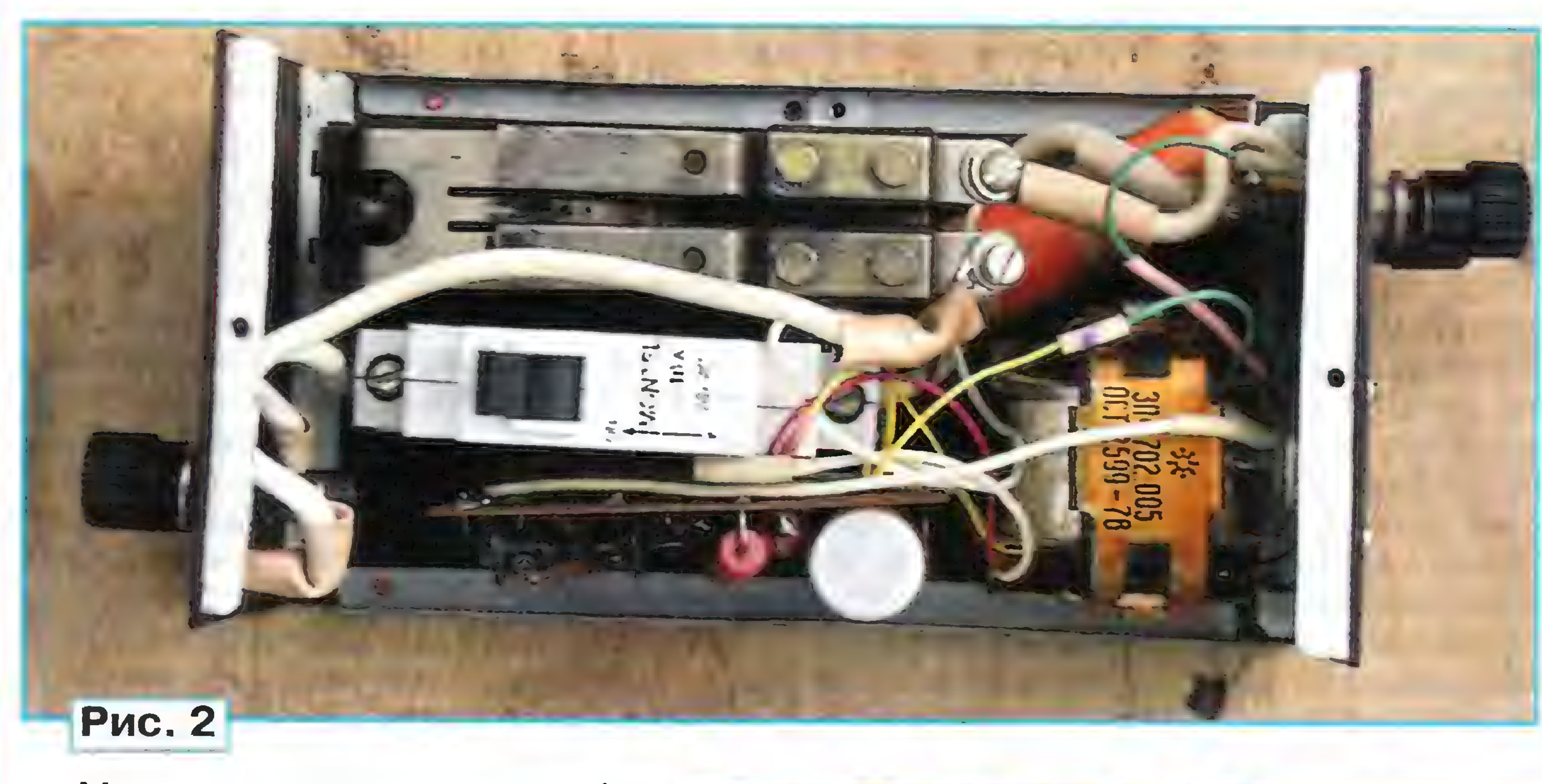


Рис. 2

Монтаж сильноточных цепей блока выполнен проводом БПВЛ сечением 6 мм^2, цепей управления — проводом МГШВ 0,2. Блок помещён в корпус из листового пластика толщиной 2 мм, на основании которого находятся зажимы ХТ1 и ХТ2, разъём Х1. Элементы стабилизатора размещены на печатной плате, выполненной из одностороннее фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм и закреплённой на основании блока с помощью уголков и винтов М3. На крышке блока имеется ручка для переноски, изготовленная из гетинакса. Фотоснимок БВЗ со снятой крышкой приведён на **рис. 2**.

В головной щиток (блок А2) взамен удалённого, как уже сказано выше, блока электроннооптического светофильтра установлен самодельный блок электромеханического светофильтра (ЭМС). ЭМС закрывает смотровое окно сварочного щитка светофильтром при сварке и открывает его после сварки. Управляется блок ЭМС с пульта управления, расположенного на электрододержателе (блок А4). В исходном положении трёхпозиционный тумблер SA1, расположенный на пульте электрододержателя, находится в среднем нейтральном положении. Электродвигатель постоянного тока (далее двигатель) М1 и реле времени, собранное на элементах VT1, C1—C3, R1 и R2, обесточены. Реле времени управляет длительностью работы двигателя, которая равна 0,8...1 с.

При переводе тумблера SA1 в одно из крайних положений через диодный мост VD1—VD4 и открытый транзистор VT1 реле времени на обмотку двигателя М1 подаётся напряжение питания от батареи GB1. Диодный мост обеспечивает подключение реле времени в нужной полярности при изменении направления вращения двигателя (опускание или подъём рамки светофильтра). Его вал начинает вращаться и через механизм опускания/подъёма рамки светофильтра приводит в движение саму рамку. Она открывает или закрывает смотровое окно сварочного щитка. Через 0,8...1 с конденсаторы C1—C3 зарядятся, ток через транзистор VT1 и обмотку двигателя уменьшится до единиц (десятков) миллиампер. При включении аппарата на длительное время для исключения преждевременной разрядки батареи питания GB1 тумблер SA1 следует устанавливать после опускания (подъёма) рамки в нейтральное положение.



Рис. 3

Двигатель М1 — EG-5330VD-2BH от кассетного магнитофона, электронный стабилизатор частоты вращения удалён. Батарея питания GB1 — четыре элемента R14S, разъём Х2 — РС7, конденсаторы C1—C3 — оксидные импортные, диоды VD1—VD4 (германиевые 1602А) заменимы диодами Шотки на ток не менее 200 мА и обратное напряжение более 10 В.

Конструктивно блок ЭМС состоит из основания, закреплённого на сварочном щитке, и двух крышек. На основании закреплены разъём Х1, контейнер с батареей питания GB1, двигатель М1 с механизмом опускания/подъёма рамки, элементы реле времени с диодным мостом. В средней части основания блока выполнено смотровое окно размерами 90×40 мм, перед которым установлена рамка с защитным светофильтром С300 размерами 102×52 мм. Элементы реле времени, диодный мост и разъём Х1 размещены на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Фотоснимок головного щитка со снятыми крышками приведён на **рис. 3**.

Сварочный трансформатор Т1 блока А3 рассчитан по критерию наименьшей массы. Он обеспечивает на вторичной обмотке напряжение холостого хода 65 В, сварочный ток 140...150 А при ПН (продолжительность нагрузки) 60 % и работу со сварочными электродами диаметром 3 мм. Схемных и конструктивных особенностей не имеет. Защита обмоток сварочного трансформатора от перегрева выполнена на термовыключателях ST1 и ST2, установленных поверх обмоток I и II трансформатора Т1. Контакты термовыключателей через разъём Х3 включены последовательно в цепь обмотки реле К1 блока А1 (через разъём Х1) и контактов тумблера SA2 пульта управления. Они размыкают цепь питания обмотки реле К1 при нагреве обмоток сварочного трансформатора выше 65 °С, отключая аппарат от сети.

Термовыключатели KSD 301-65 закреплены эпоксидным клеем



Рис. 4

ЭП-6 на стеклотекстолитовых пластинках размерами 40×40 мм, толщиной 1,5 мм. Сами пластины закреплены на обмотках трансформатора Т1 бандажами из стеклоленты. Трансформатор помещён в пластмассовый корпус, на котором смонтированы зажимы ХТ3, ХТ4, ХТ5, ХТ6 и разъём Х3. Магнитопровод трансформатора заземлён. Разъём Х3 — соединитель ОНЦ-ВГ-5/16.

Электрододержатель (блок А4, фото на **рис. 4**) самодельный, осуществляет подачу тока на сварочный электрод. На электрододержателе смонтирован пульт управления, состоящий из тумблеров SA1 и SA2. Как уже сказано выше, тумблером SA2 включают и выключают сварочный аппарат, а SA1 управляют работой светофильтра в блоке защитного щитка (блок А2). Тумблер SA1 — П2Т-1Л (трёхпозиционный), SA2 — П1Т4-1ПВ. Электрододержатель выполнен в виде корпуса с рукояткой и вмонтированным пультом управления, коробом крепления головки электрододержателя с закреплённой головкой. Рукоятка имеет по оси сквозное отверстие диаметром 18 мм, через которое от зажима ХТ5 проходят силовой провод к головке и провода от пульта управления. Рукоятка крепится к корпусу электрододержателя винтами М3. Корпус коробчатого типа собран из пластин стеклотекстолита толщиной 2 мм. Пластины крепятся к рамке из листовой стали толщиной 1,5 мм. На рамке установлен тумблер SA1. Переключатель управляется ползуном, совершающим возвратно-поступательное движение под действием большого или указательного пальца сварщика. На нижней пластине корпуса закреплён тумблер SA2. Короб крепления головки электрододержателя собран из пластин стеклотекстолита толщиной 4 мм. Пластины короба скреплены с помощью П-образных профилей из стали толщиной 1 мм и самодельных заклёпок диаметром 2 мм с головками впотай. Головки заклёпок углублены в пластины на 1 мм, а углубления заполнены эпоксидной шпаклёвкой. Идущий к сварочному электроду силовой провод прикреплён к головке латунным винтом М6 с гайкой, армированной пластмассой, с рукояткой звездообразной формы. Такое крепление позволяет поворачивать головку электрододержателя на угол 90°. Винт фиксирует сварочный электрод. Отверстие в головке диаметром 8 мм под сварочный электрод армировано медной трубкой наружным диаметром 8 мм, внутренним 6 мм. Трубка развальцована и имеет сквозное отверстие для прохода винта, фиксирующего сварочный электрод. Армирование головки медной трубкой и применение латунного винта исключает "прикипание" сварочного электрода к элементам головки. Основное внимание при изготовлении этого блока уделено требованиям электробезопасности.

Токоподводящий зажим (ТПЗ, фото на **рис. 5**) самодельный, на схеме не показан. Он служит для подвода сварочного тока к свариваемым деталям (к "массе"). ТПЗ пружинного типа, как наиболее безопасный, выполнен в виде плоскогубцев увеличенного размера. Состоит из губок, токоподводящих вставок, пружины на оси и ручек. Губки ТПЗ изготовлены из стали толщиной 1 мм. Раскрыв зева губок — 30 мм, усилие сжатия губок — 1,5 кГ. Ручки ТПЗ выполнены из текстолита и закреплены заклёпками и винтами М4, к одному из которых подключается оконцеватель с токоподводящим силовым проводом от зажима ХТ6.

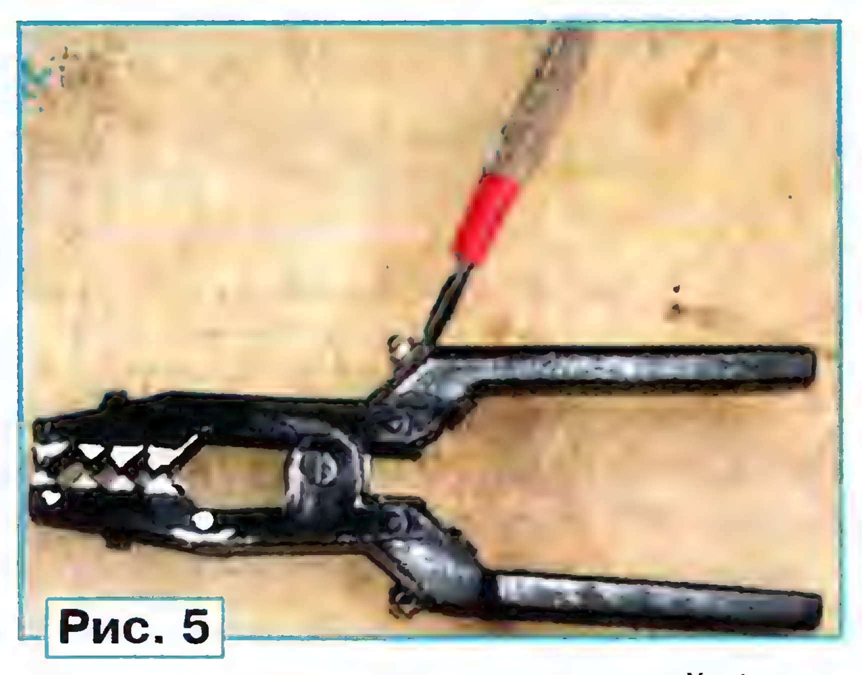


Рис. 5

Все сильноточные провода, идущие от зажимов ХТ1—ХТ6, — самодельные. Выполнены из относительно недорогого многожильного медного провода марки ПРН сечением 25 мм^2. Каждый провод имеет на конце оконцеватель для подключения к соответствующим зажимам сварочного аппарата. Оконцеватели изготовлены из отрезков медной трубки диаметром 10 мм. Концы проводов облужены и зачеканены в оконцеватели. Провода управления БВЗ, идущие от разъёма Х1, — МГГШВ-0,2. Оба эти провода и провод от зажима ХТ5 помещены в общую защитную оболочку, изготовленную из брезентовой ткани. Провод от зажима ХТ6, соединённый с ТПЗ, также помещён в оболочку из брезентовой ткани.

При разработке конструкции должное внимание было уделено надёжной электроизоляции блоков. Их корпуса выполнены из изоляционных материалов, применены низковольтные источники питания напряжением 6 В (блок А2) и 12 В (блок А1), а все провода защищены, как уже сказано выше, от электрических, механических и тепловых повреждений дополнительными оболочками.

При выполнении сварочных работ необходимо строго соблюдать правила техники электробезопасности, чтобы не получить поражение электрическим током. Ток уже силой 0,1 А опасен для жизни. Перед проведением сварочных работ необходимо проверить внешним осмотром сварочный аппарат на отсутствие механических повреждений, в том числе и повреждений изоляции проводов. Магнитопровод сварочного трансформатора Т1 в блоке А3 должен быть заземлён. Работы следует выполнять, только стоя на изоляционном коврике в рукавицах из брезентовой ткани. В работе необходимо руководствоваться требованиями и правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

***От редакции**. Авторские чертежи конструкций всех блоков и ТПЗ находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/09/svarka.zip** на нашем FTP-сервере.*

СДУ на микроконтроллере

А. ЛЕЧКИН, г. Рязань

Предлагаемая СДУ предназначена для небольшого клуба и воспроизводит световые эффекты с помощью светодиодных осветительных приборов (софитов), размещённых в разных частях помещения. Предусмотрены индикация всех режимов и настроек, а также ручная регулировка скорости переключения световых эффектов.

Конструктивно СДУ состоит из двух модулей и пяти основных софитов со светодиодами разного цвета свечения. В модуле управления размещены элементы управления и индикации состоянием и режимами работы, в модуле коммутации — коммутирующие элементы и разъёмы для подключения осветительных приборов.

Схема модуля управления показана на **рис. 1**. Его основа — микроконтроллер DD3. Программа разработана и откомпилирована в среде BascomAVR. Для вывода информации о режиме работы или номере светового эффекта применены семиэлементные индикаторы HG1, HG2. Ими управляет с помощью регистров DD1, DD2 микроконтроллер. На ОУ DA2 и транзисторе VT1 собран микрофонный усилитель с АРУ. Управление режимами и осветительными приборами реализовано с помощью кнопок SB1—SB9. Идентичные узлы на транзисторах VT3—VT11 и светодиодах HL2—HL10 формируют управляющие сигналы для модуля коммутации и обеспечивают индикацию режимов работы осветительных приборов. Питание модуля управления осуществляется от модуля коммутации через разъём XP1. Гнездо XS1 (любого типа) используется для подачи питания на модуль управления при его автономной работе для проверки и налаживания.

СДУ может работать в четырёх режимах: ручной, автоматическое управление, синхронизация звуковым сигналом и тест (проверка) каналов. Изменяют режимы работы последовательно (по кольцу) кратковременными нажатиями на кнопку SB2 "Режим". При

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

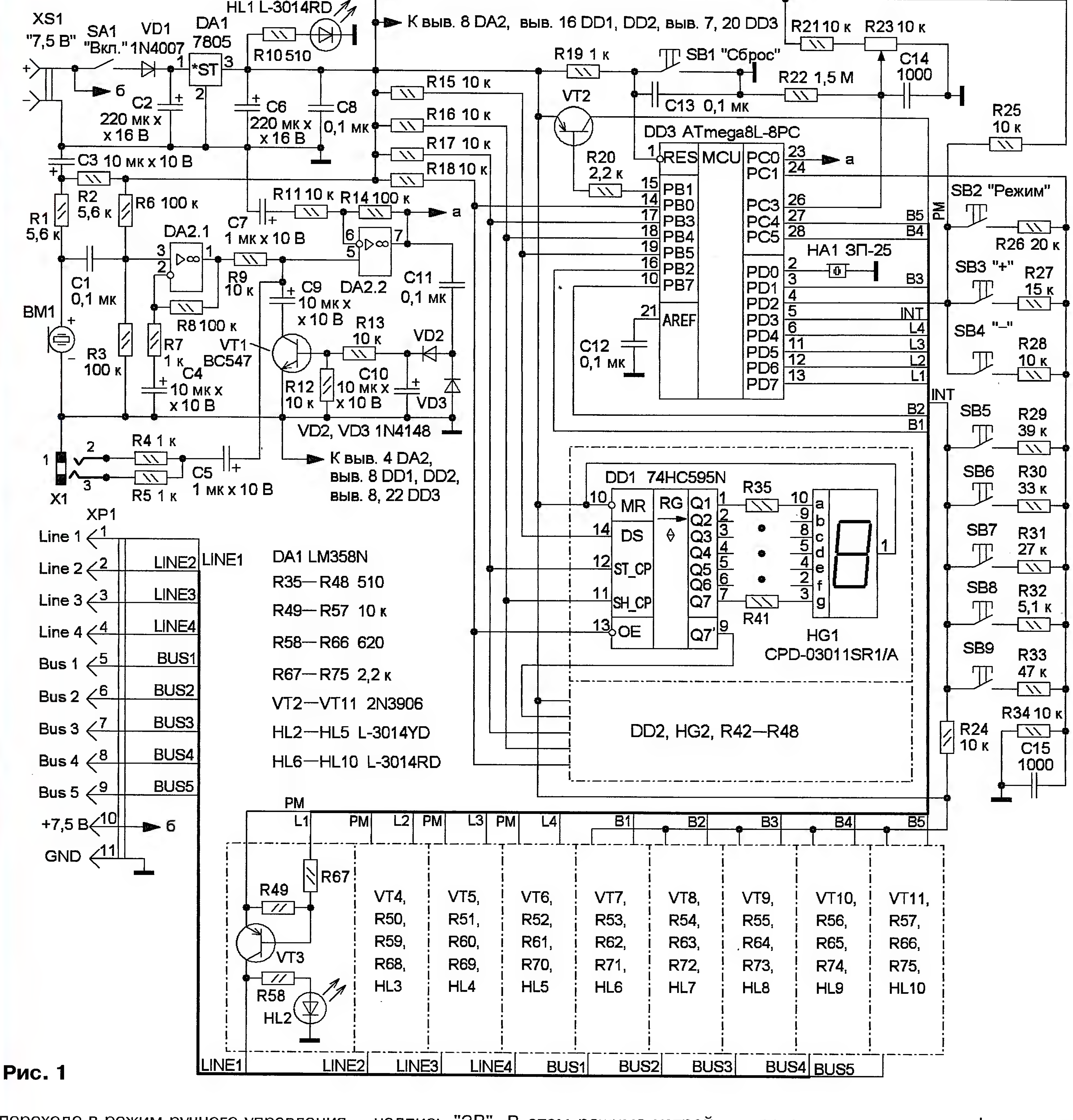


Рис. 1

переходе в режим ручного управления на индикаторы выводится надпись "РУ". Кратковременными нажатиями на SB2 "+" и SB4 "–" устанавливают номер светового эффекта, который выводится на индикаторы, и эффект начинает сразу воспроизводиться. В программе заложены десять самых распространённых световых эффектов. Если это покажется недостаточным, то свободная область памяти микроконтроллера позволяет добавлять желаемые эффекты. В автоматическом режиме на индикаторы выводится надпись "АВ", и все заложенные в память микроконтроллера световые эффекты сменяются циклически последовательно один за другим.

В режиме синхронизации звуковым сигналом на индикаторы выводится надпись "ЗВ". В этом режиме устройство может получать сигнал как от встроенного микрофона BM1, так и от внешнего источника сигнала, подключаемого к разъёму X1. Усилитель с АРУ выполнен на двух ОУ DA2.1, DD2.2 и транзисторе VT1. Звуковой сигнал с микрофона BM1 через конденсатор C1 поступает на неинвертирующий вход (вывод 3) ОУ DA2.1. Его коэффициент усиления по переменному току задаётся резисторами R7 и R8, а рабочая точка — резистивным делителем R3R6. Усиленный сигнал через резистор R9 поступает на неинвертирующий вход ОУ DA2.2. С его выхода дополнительно усиленный в десять раз звуковой сигнал поступает на линию PC0 микроконтроллера DD3, которая сконфигурирована как вход АЦП. В микроконтроллере программно реализован фильтр, который разделяет звуковой сигнал на четыре канала — высокие (ВЧ), низкие (НЧ) и два канала средних частот (СЧ1) и (СЧ2). Эти сигналы управляют светодиодами определённого цвета в осветительных приборах: НЧ — красного, ВЧ — синего, СЧ1 — жёлтого и СЧ2 — зелёного. Одновременно звуковой сигнал с выхода ОУ DA2.2 через конденсатор C11 поступает на выпрямитель, собранный на диодах VD2 и VD3. Выходное постоянное напряжение выпрямителя открывает транзистор VT1, его сопротивление уменьшается, что приводит к уменьшению сигнала на неинвертирующем входе ОУ DA2.2. Так напряжение звукового сигнала на входе АЦП микроконтроллера поддерживается примерно постоянным.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

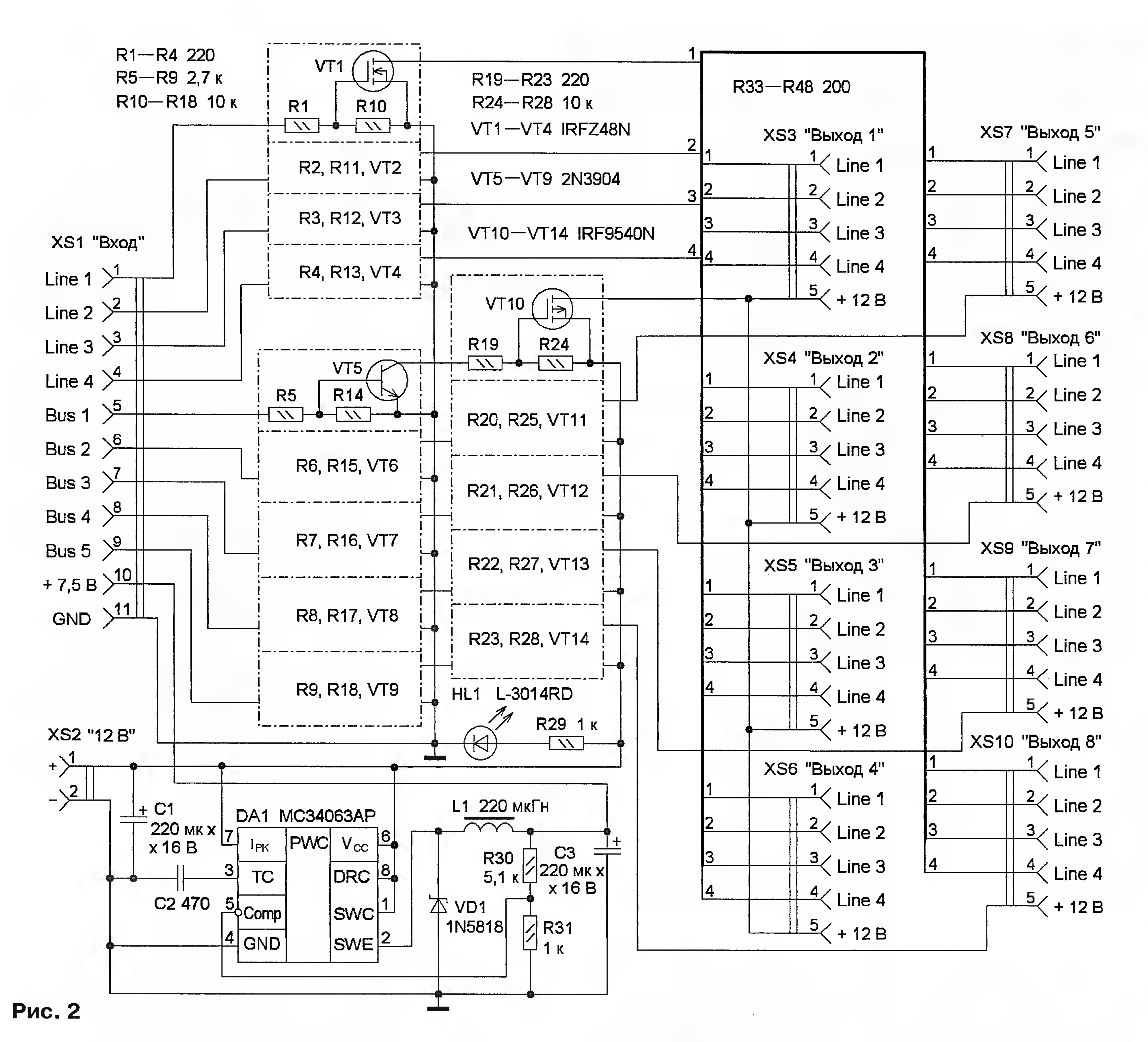


Рис. 2

Переход в режим проверки сопровождается надписью "ПР" на индикаторах, при этом одновременно включаются все каналы. В этом режиме выполняют проверку исправности подключённых осветительных устройств и светодиодов.

После включения питания (выключателем SA1) порты микроконтроллера конфигурируются, происходит инициализация переменных и задаются константы. Устанавливается ручной режим и запускается первый световой эффект (на индикаторы выводятся цифры 01). Чтобы обрабатывать сигналы с нескольких кнопок, был применён резистивный делитель напряжения R24—R34, выходное напряжение которого поступает на вход АЦП (вывод 24) микроконтроллера DD3. Это напряжение преобразуется в цифровой код, который обрабатывает программа и "вычисляет" нажатую в данный момент кнопку.

Регулировка скорости переключения установленного светового эффекта осуществляется переменным резистором R23. При вращении его движка изменяется напряжение на линии PC3 (вывод 26) микроконтроллера DD3, которое преобразуется АЦП в код и записывается в переменную speed. Затем значение переменной уменьшается в 20 раз, чтобы получилась более плавная реакция программы на вращение ручки переменного резистора.

Кратковременное нажатие на одну или несколько кнопок SB5—SB9 приведёт к включению/выключению соответствующего модуля-софита и индикаторного светодиода HL6—HL10. При этом нужно учитывать, что каждой кнопке соответствует один софит. К нему подключены четыре линии питания для раздельного управления четырьмя каналами разного цвета. Всего можно включать и выключать пять софитов. Нажатие на любую из кнопок сопровождается коротким звуковым сигналом ("писком"). Его тональность и длительность формируются программно. За это отвечает подпрограмма sound1. В строке Sound Portd.0, 250, 4 устанавливают число импульсов и период их повторения. Для управления сдвиговым регистром используется подпрограмма Indicator.

Схема модуля коммутации показана на **рис. 2**. Сигналы от модуля управления поступают на гнездо XS1. Транзисторы VT5—VT9 управляют мощными полевыми транзисторами VT10—VT14, которые подают напряжение +12 В на плюсовую линию питания софитов. На полевые транзисторы VT1—VT4 управляющие сигналы поступают непосредственно с модуля управления, они подключают группы светодиодов в каждом софите к минусовой линии питания. Софиты, подключаемые к гнездам XS3—XS6, управляются одновременно, поэтому и воспроизводят одинаковые световые эффекты.

Напряжение питания +12 В подают на гнездо XS2 и далее оно поступает на истоки полевых транзисторов VT10—VT14. Для индикации наличия питающего напряжения установлен светодиод HL1. На микросхеме DA1 собран понижающий преобразователь напряжения +7,5 В, которым питается модуль управления.

(Окончание следует)

Генератор для проверки автомобильных тахометров

В. КИБА, г. Каменск-Шахтинский Ростовской обл.

Этот генератор был разработан для проверки и налаживания тахометров и других приборов, для работы которых необходим сигнал с датчика частоты вращения коленчатого вала автомобильного двигателя.

Схема генератора показана на **рис. 1**. В нём применён микроконтроллер PIC16F628A-I/P (DD1). Сформированные на выходе RA2 импульсы через усилитель на транзисторе VT1 поступают на выходной разъём X1. Перемычкой S1 в коллекторную цепь транзистора можно включить нагрузочный резистор R12. При снятой перемычке коллекторная нагрузка должна находиться в проверяемом приборе.

Имитируемая частота вращения коленвала может принимать 28 фиксированных значений от 500 до 2500 мин$^{-1}$ (с шагом 100 мин$^{-1}$) и до 6000 мин$^{-1}$ (с шагом 500 мин$^{-1}$), отображаемых на светодиодном индикаторе HG1. От одного фиксированного значения к другому переходят нажатиями на кнопку SB1 (в сторону увеличения частоты) или SB2 (в сторону её уменьшения). Предусмотрено и нулевое значение частоты, при котором выходные импульсы отсутствуют. Во всех остальных случаях на каждый оборот коленвала генерируются по два выходных импульса плюсовой полярности длительностью 100 мкс. Среднеквадратическая погрешность установки частоты — 0,4 %.

Отсчёт длительности пауз между генерируемыми импульсами производится по запросам прерывания, генерируемым при переполнении таймера TMR2. Процедура обработки прерываний формирует выходные импульсы после каждого отсчёта числа запросов, соответствующего периоду повторения этих импульсов при выбранной частоте вращения.

Периодически программа проверяет состояние кнопок и, обнаружив нажатую, изменяет значения переменных, задающих частоту генерируемых импульсов, а также выводит значение имитируемой частоты вращения коленвала на светодиодный индикатор HG1 с общими катодами элементов каждого из четырёх разрядов.

Индикация построена по динамическому принципу. Последовательные коды для управления анодами элементов индикатора программа формирует на выходе RB3 микроконтроллера. С помощью синхроимпульсов, поступающих с выхода RB2, эти коды загружаются в сдвиговый регистр DD2 и затем преобразованными в параллельный вид поступают на анодные выводы индикатора. Разряды индикатора поочерёдно включаются импульсами, поступающими на их общие катоды с выходов RB4—RB7 микроконтроллера.

Все детали генератора смонтированы на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 76×56 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Плата рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ-0,125. Конденсаторы С1, С2 — К10-17 или другие керамические, С3, С4 — плёночные К73-17, оксидный конденсатор С5 — К50-35 или импортный. Для микросхем DD1, DD2 и индикатора HG1 на плате установлены панели.

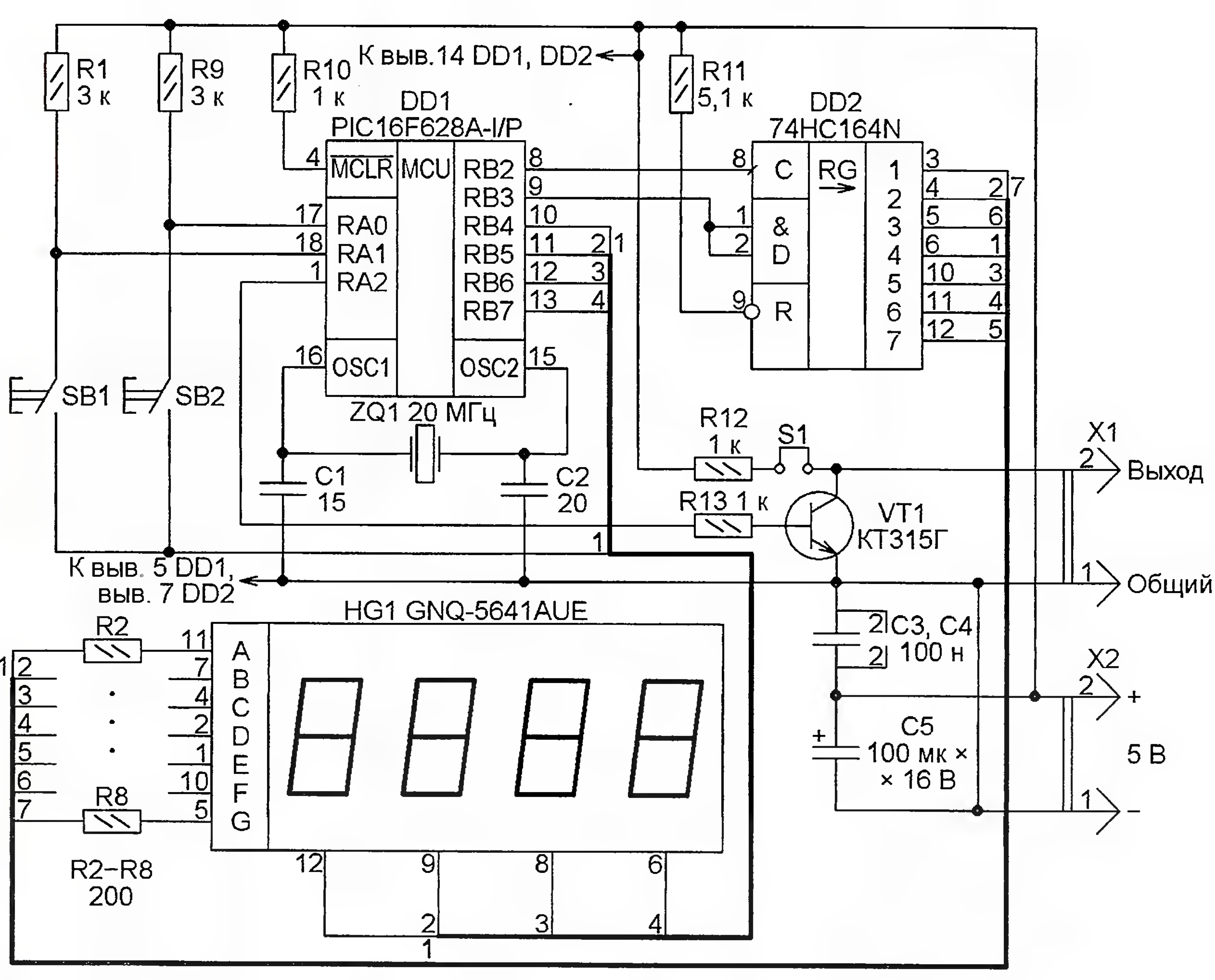
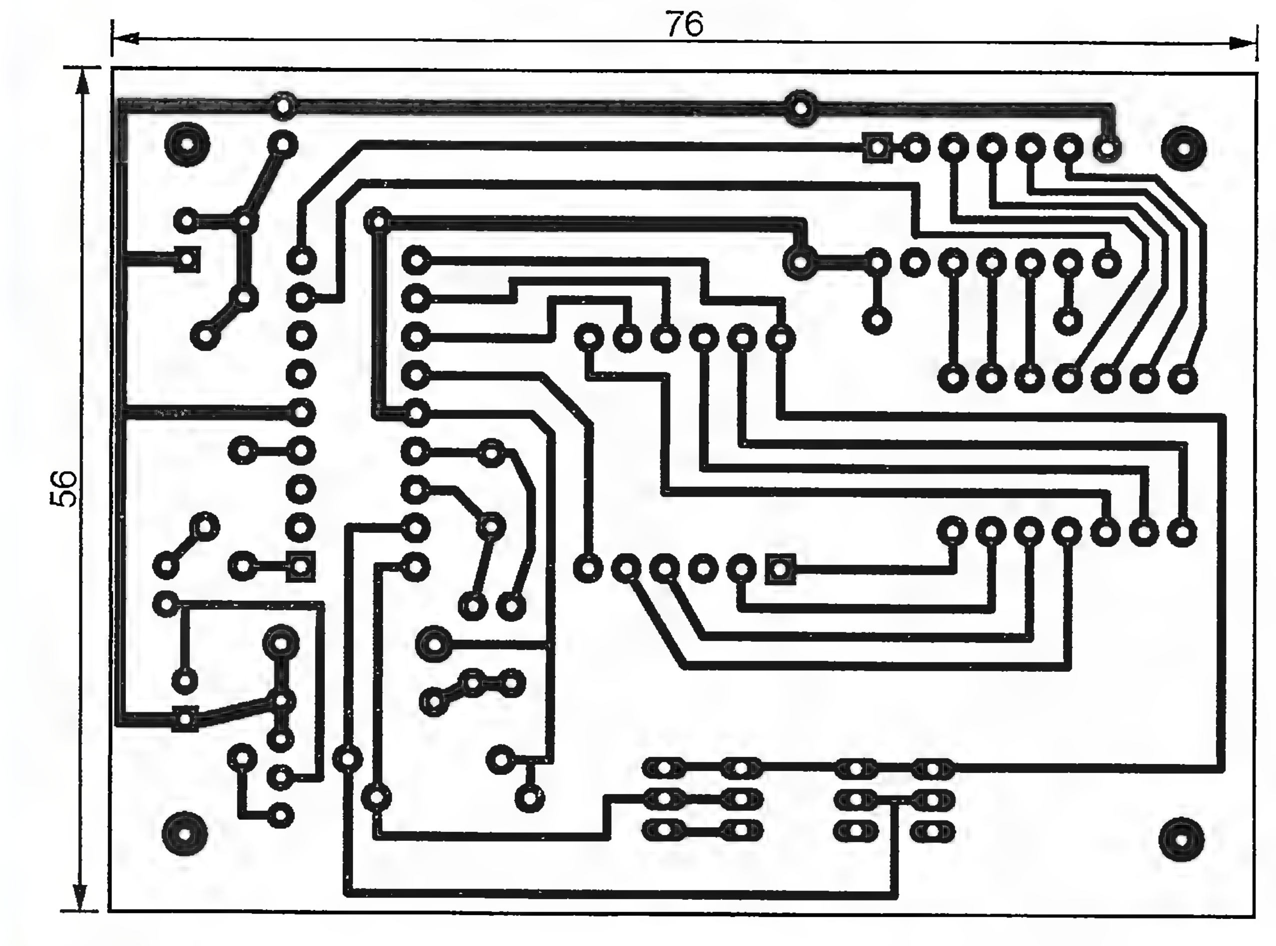


Рис. 1



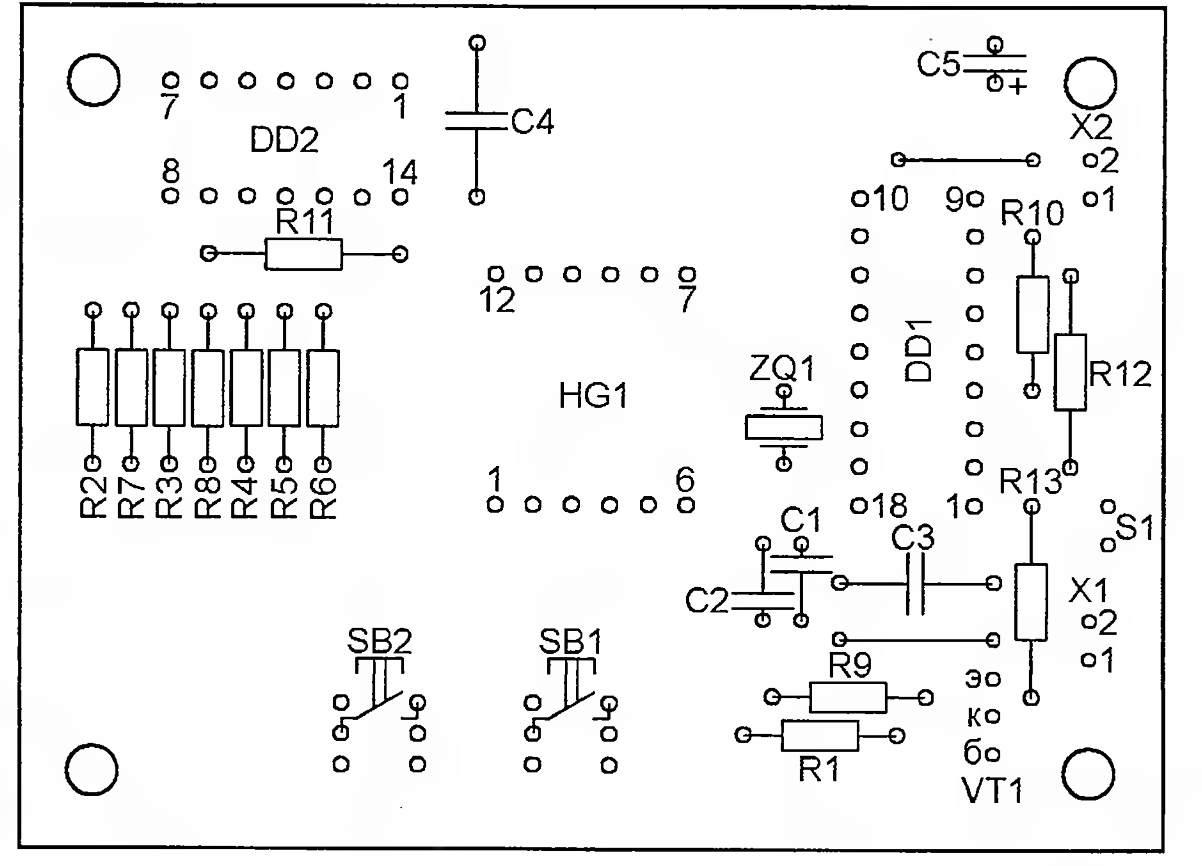


Рис. 2

От редакции. *Файл печатной платы генератора в формате Sprint Layout 5.0 и программа микроконтроллера находятся по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/09/gener.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ПОЛОЗОВ С. Аналоговый блок управления паяльной станции. — Радио, 2013, № 1, с. 23—25.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы для размещения в корпусе подходящих размеров показан на **рис. 1**. На ней установлены все детали, кроме переменных резисторов, выключателей, переключателей, симистора, трансформатора Т1 и стрелочных приборов. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-33, подстроечные — СП3-19А, конденсаторы С1—С5 — оксидные импортные, С6, С11 — плёночные К73-17, остальные — керамические К10-17. Конденсатор С1 составлен из двух: ёмкостью 330 (С1') и 220 мкФ (С1''). Выпрямительные мосты VD3, VD4 — KBP206. Остальные детали — указанных в статье типов.

При компоновке платы признано целесообразным изменить подключение выводов обмотки и назначение контактных групп реле К3: функции К3.1 теперь выполняет группа К3.2, а функции последней — К3.1. Провода, соединяющие контакты реле К1 и К3 с контактами розеток XS2, XS3, припаивают непосредственно к выводам реле. Адреса, обозначенные на чертеже буквами А—Ж, расшифровываются так: А — к контакту розетки XS2.8, Б — к контакту XS3.1, В — к контакту XS3.5, Г — к контакту XS2.7, Д — к FU1 и обмотке I Т1, Е — к контакту XS2.3, Ж — к контакту XS3.8.

Штрихпунктирными линиями показаны контуры реле К1—К3, трансформатора Т2 и П-образного теплоотвода микросхемы DA3. Последний согнут из полосы указанных в статье размеров, вырезанной из листового алюминиевого сплава толщиной 2 мм.

БОЧКАРЁВ Р., МУРАЛЁВ С. Пульт управления цифровыми камерами для стереофотосъёмки. — Радио, 2011, № 3, с. 37, 38.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы пульта показан на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме разъёмов Х2, Х3, светодиода HL1 и кнопок SB1, SB2. Резисторы — МЛТ, С2-33, конденсаторы С1, С3 — танталовые для поверхностного монтажа, С2 — керамический КМ. Микросхемы DD1 и DA1 — в корпусах DIP. Разъём Х1 — PLS-5. Остальные детали — указанных в статье типов.

Рис. 2

КОВТУН А. Сопряжение охранно-пожарного прибора с сотовым телефоном. — Радио, 2012, № 10, с. 42, 43.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 3**. Все детали — указанных в статье типов (звукоизлучатель НА1 установлен вне платы).

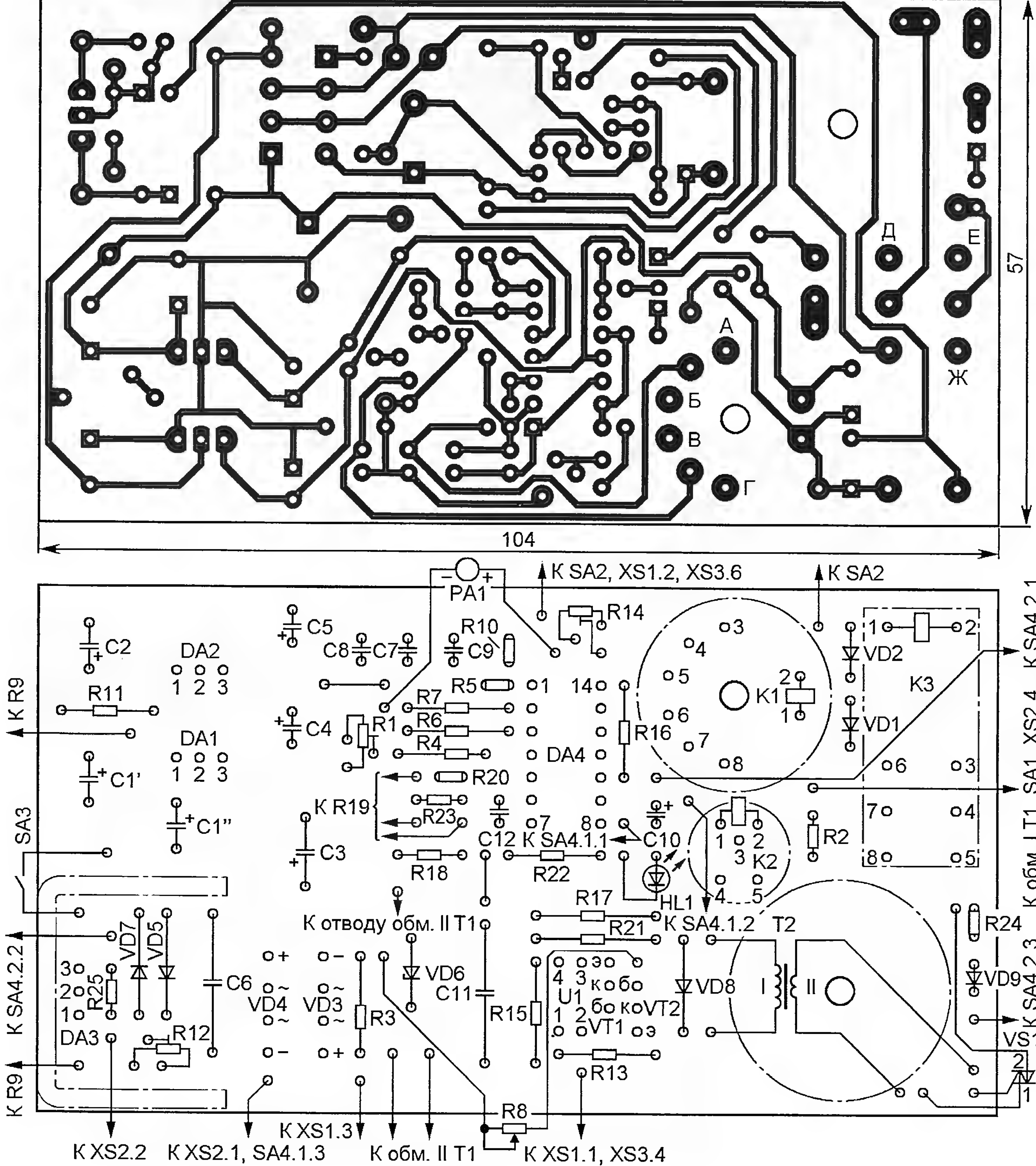


Рис. 1

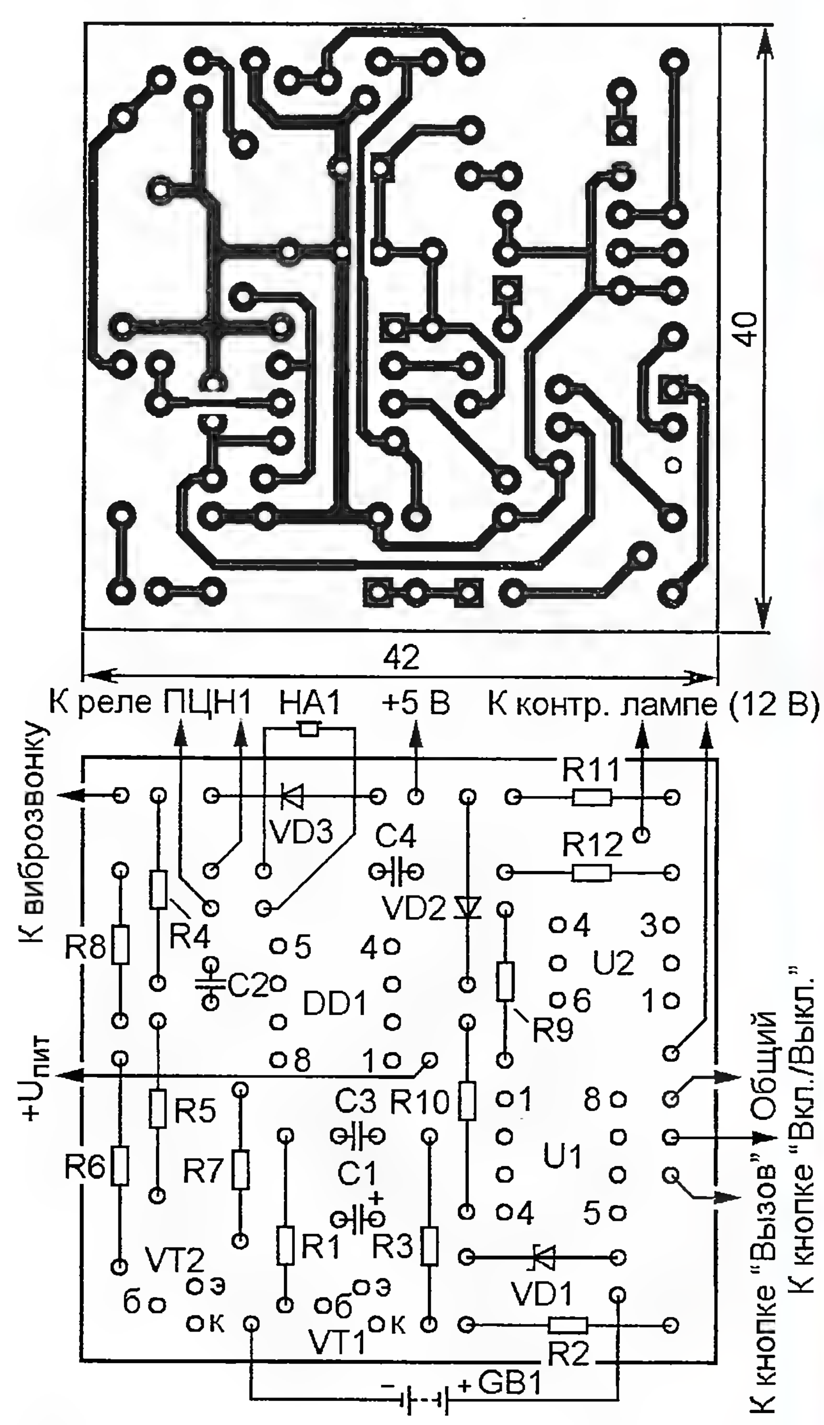


Рис. 3

Электроника для начинающих

В статье дан краткий обзор нового набора «Электроника для начинающих. Часть 1», созданного компанией «Амперка».

www.amperka.ru

Возможно ли сейчас заинтересовать кого-либо электроникой, основами схемотехники, созданием пусть и простых, но своих устройств?

Задача эта непростая, несмотря на то, что в Интернете можно найти любую литературу на эту тему, в магазинах есть десятки тысяч компонентов, но всё это очень разрозненно, скучно и, самое главное, не понятно, с чего именно лучше начать и как подойти.

Но не всё так плохо, буквально месяц назад компания «Амперка» выпустила новый набор «Электроника для начинающих. Часть 1».

«Электроника для начинающих» от «Амперки» – это готовый набор тщательно подобранных электронных компонентов, который позволит любому новичку пройти первые 11 экспериментов по отличной одноименной книге от Чарльза Платта «Электроника для начинающих».

Создатели набора выбрали эту книгу, как наиболее интересную в своём жанре, написанную живым языком и способную действительно заинтересовать. На западе эта книга вышла ещё в 2009 году и стала невероятно популярной. Автор предлагает читателю постоянно экспериментировать, разбирать компоненты, пробовать электричество «на вкус», делать короткие замыкания, сжигать предохранители и так далее. Процесс обучения проходит в увлекательной форме через серию небольших проектов, которые создаются своими руками.



При создании набора компания «Амперка» шаг за шагом подбирала все те электронные компоненты, которые понадобятся новичку, чтобы, вооружившись книгой и набором, с головой окунуться в мир электроники. Здесь есть и макетная доска для быстрого сбора схем без пайки, провода, десятки номиналов резисторов, конденсаторы, потенциометры, светодиоды, кнопки, реле, крокодилы, динамик, транзисторы и ещё много-много всего, что пришлось бы собирать отдельно по различным магазинам не один день.

Все компоненты аккуратно разложены и упакованы в большую красивую коробку, которая сразу радует глаз. Создатели также позаботились и добавили в набор два пластиковых бокса с секциями для того, чтобы все мелкие компоненты можно было аккуратно разложить и хранить в одном месте.

Как результат, получился интересный «стартовый» набор, который можно вручить как смышлёному ребёнку, чтобы проявить и развить в нём интерес к электронике, так и просто любителю, у которого ещё ничего нет из мира электроники.

Стоит особо подчеркнуть, что это первый набор подобного уровня, появившийся в России.

Более того, создатели уже работают над второй частью набора, где будут проводиться более сложные эксперименты с использованием микросхем логики, цифровых таймеров и других компонентов.

Подробнее о составе набора «Электроника для начинающих. Часть 1» можно узнать на сайте компании amperka.ru.

Кстати, компания «Амперка», помимо данного набора, предлагает большой, а главное, продуманный ассортимент всевозможной хобби-электроники и робототехники. Особое место занимают также готовые наборы на основе микроконтроллеров arduino.

Электроника
для начинающих
Чарльз Платт
• Обучение в ходе экспериментов
• Пошаговые инструкции
• Более 500 фотографий и рисунков
Make: O'REILLY





Всероссийская выставка НТТМ-2013

С. ГЛИБИН, г. Москва

С 25-го по 28 июня в павильоне № 57 Всероссийского выставочного центра состоялась XIII Всероссийская выставка НТТМ-2013 — крупнейший форум, где лучшие представители интеллектуальной молодёжи из разных регионов России продемонстрировали результаты своей научно-технической и исследовательской деятельности. По традиции журнал "Радио" был информационным спонсором этой выставки.

Фото 1

История этой выставки ведётся с 1966 г., когда по всей стране развернулось масштабное движение молодёжи за овладение новейшей техникой и технологиями, за повышение профессионального и культурного уровня молодых специалистов. В каждом регионе страны стали проводиться смотры и конкурсы молодых изобретателей и рационализаторов, итоги которых подводились на ВДНХ СССР.

В этом году в выставке НТТМ участвовало более 200 образовательных учреждений из 58 российских регионов, в том числе 130 ведущих вузов России. Было представлено более 600 проектов, в том числе в области электроники, компьютерной техники, аудио, видео и связи. О некоторых из них, представляющих интерес для наших читателей, рассказано ниже.

Наибольшей популярностью у посетителей выставки традиционно пользуется робототехника. Фёдор Чихалин, студент Нижегородского государственного технического университета



Фото 2



Фото 3

им. Р. Е. Алексеева, продемонстрировал роботов (***фото на 3-й с. обложки***) на различных платформах (колёсных, гусеничных, гусенично-шагающих и т. п.) с возможностью программирования и отладки любых управляющих алгоритмов перемещения. Эти разработки — шаги к воплощению промышленных роботов и роботов-планетоходов.

Учащийся лицея информационных технологий № 1537 г. Москвы Яков Пчелинцев (**фото 1**) представил разработанную им систему "Техническое зрение" — управление компьютером с помощью жестов без использования стандартных манипуляторов ("мыши" и др.). Жесты управляющего объекта сканируются обычной web-камерой, преобразуются и передаются на обработку специальной программе.

Студент политехнического техникума № 13 имени П. А. Овчинникова г. Москвы Тимур Тикарев (**фото 2**) представил проект "Катушка Тесла (DRSSTC) с аудиомодуляцией". Устройство на расстоянии "зажигает" газоразрядные лампы, с его помощью можно исследовать диэлектрические свойства материалов.

Центр развития творчества детей и юношества из г. Сосновый Бор Ленинградской обл. показал два интересных проекта. Первый разработан учеником 9-го класса Владиславом Жуковым (**фото 3**) — "Универсальный комплект устройств контроля радиации", включающий:

— брелок-индикатор со счётчиком Гейгера с током потребления несколько микроампер;



Фото 4

— устройство измерения уровня радиации, подключаемое к микрофонному входу смартфона, планшетного компьютера, iPad. Измеренные значения привязываются с помощью GPS-приёмника к конкретным точкам на карте местности и могут размещаться через Интернет на сайте;

— герметичный дистанционный блок измерения уровня радиации и температуры с беспроводной передачей данных по протоколу ZigBee на ноутбук или планшетный компьютер.

Второй проект — "Робот-няня" разработан Алексеем Рябовым (**фото 4**). Робот контролирует сон детей. Информация об освещённости, звуках и движении передаётся по радиоканалу на удалённый ПК, программа на котором анализирует эти данные и оповещает пользователя выводом на монитор ПК, sms-сообщениями или через программу Skype.

Ученик 10-го класса Кирилл Плявин и ученик 8-го класса Павел Новокрещенский (Дворец молодёжи, г. Екатеринбург) показали действующий макет роботизированной машины для уборки улиц без участия человека, устанавливаемый на транспортное средство, которое останавливает его перед пешеходным переходом при запрещающем сигнале светофора (***фото на 3-й с. обложки***). В макете уборочной машины применены ИК и ультразвуковые датчики, беспроводная камера, микроконтроллер.

Матричную рекламно-информационную строку с управлением от стандартной клавиатуры PS/2 спроектировал и собрал Максим Сорокин из Костромского ОЦНТТ "Истоки" (**фото 5**). Это автономное устройство собрано на МК ATmega8 и микросхеме памяти EEPROM, его стоимость в несколько раз меньше промышленных вариантов.



Фото 5



Фото 6

В МГППУ разработан исследовательский проект "Роботизированная платформа тестирования операторов технических систем", результаты которого могут быть применены в задачах оценки способностей у операторов технических систем, включая пилотов и водителей транспорта. Предложена математическая модель тестирования, основанная на информации о процессе и результате решения задач управления роботизированной платформой. Проект представили Александр Моисеев и Григорий Юрьев (***фото на 3-й с. обложки***).

Бесконтактный процесс перевода физической формы реального объекта в цифровую — "3D-сканер" — так назвал свою разработку студент МГИУ (г. Москва) Антон Игнатьев (**фото 6**). Контроль качества и инспекция, инженерный анализ, промышленный дизайн, цифровое архивирование и репродуцирование — вот неполный список областей применения этого устройства.

Курсант ВУНЦ ВВС "ВВА имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина" (г. Воронеж) Олег Роговенко (***фото на 3-й с. обложки***) демонстрировал своё "Устройство воспроизведения объёмного звука с использованием электрической дуги". Изготовленный макет заменяет динамическую головку, подключённую к УЗЧ. Олег уверен, что это устройство найдёт своё применение как звукоизлучатель.

Курсант Военно-космической академии им. А. Ф. Можайского (г. Санкт-Петербург) Алексей Бурцев разработал и собрал "Ультразвуковой дальномер со схемой обработки на ПЛИС" (**фото 7**). Прибор выполнен на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС), ультразвуковом датчике и светодиодном индикаторе с использованием САПР MAX+plus II или Quartus II.

Центр технического творчества учащихся (ЦТТУ) в советское время красиво и просто именовали Станцией юных техников или, ещё проще, СЮТ. Название этих детских технических учреждений бережно сохранили в Ростовской области. Свой прибор-стенд для тестирования вертолётных посадочно-по-



Фото 7

Фото 8 Фото 9



исковых фар ФПП-7 демонстрировал воспитанник СЮТ г. Шахты (основана в 1934 г.) Борис Колегаев (руководитель И. Б. Колегаев) (***фото на 3-й с. обложки***). Стенд работает в автоматическом режиме, измеряя параметры вертолётных фар (время поворота, уборки и выпуска, потребляемый ток) с выводом информации на цифровой дисплей, и внедрён на авиационно-ремонтном заводе.

Одна из задач робототехники — регистрация трёхмерной информации о внешних объектах методом, построенным на использовании системы из двух видеокамер. Школьник Ян Троянский из Республиканского центра НТТУ (г. Нальчик) представил проект "Разработка подвижной системы регистрации 3D-изображений на основе стереопары" (**фото 8**). Новый алгоритм поиска сопряжённых точек через построение пирамиды изображений реализован в программном пакете, позволяющем исследовать трёхмерные объекты в online-режиме. Пакет может быть использован в качестве системы трёхмерного технического зрения для различных приложений.

В удмуртском посёлке Кез с 1937 г. успешно работает районная СЮТ. Её воспитанник Владислав Белослудцев демонстрировал учебную компьютерную метеостанцию (**фото 9**). Конструкция проста в изготовлении и управлении, имеет малые размеры и массу.

Фото 10

Фото 11

Никита Демьянок, Владислав Михайлов, Артём Васюник и Арсений Грамаков из Московского ДД(Ю)Т ДНТТ представили проект "Исследование грозовых разрядов совместно со спутником "Чибис-М" — ГРАЧИ" (**фото 10**). Помимо исследований в этой области, ребята изготовили антенный блок с малошумящим усилителем и источники ОНЧ-излучения.

Викентий Чуйков, Андрей Утешев, Иван Горнов и Вадим Гришачёв из политехнического колледжа № 39 (г. Москва), основанного в 1885 г., порадовали своим новым проектом "Семейство шагающих роботов" (***фото на 3-й с. обложки***). Кроме применения в учебном процессе, шагающие роботы целесообразно использовать как подвижные платформы. Оснастив их различными устройствами (датчиками, видеокамерами, манипуляторами и т. д.), можно создать роботов-разведчиков, роботов-исследователей, используемых во вредных для человека условиях окружающей среды.

В Калужском филиале МГТУ им. Н. Э. Баумана разработали адаптивный светодиодный фитосветильник, который представили Илья Шалыго и Станислав Ступельняк (**фото 11**). Светильник обладает оптимальным для культурных растений спектром излучения, подобранным на основе исследования спектральных характеристик 60 образцов растений. В зависимости от стадии развития растения получают необходимое количество света в оптимальном спектральном диапазоне, что повышает эффективность их роста.

В выставочном зале работала радиостанция "Зелёный глаз" (***фото на 3-й с. обложки***) с радиопрограммой МТУСИ (г. Москва). Сейчас, когда многие российские и зарубежные радиостанции чуть не каждый день сворачивают своё вещание на диапазонах с АМ, в этом университете группа студентов во главе с преподавателем С. Н. Комаровым создала свою радиостанцию и выходит в эфир на частотах 1584 кГц (АМ), 5995 кГц (АМ) и 25900 кГц (АМ + DRM). Вещание ведётся на средних волнах на Москву и область, а на коротких волнах — на европейскую часть России. Разработанные передатчики предназначены для развития радиоконструирования и индивидуального радиовещания в вузах, колледжах и ЦТТУ.

Подробная информация о выставке размещена на сайте <www.nttm-expo.ru>.

Пробник для "прозвонки" монтажа

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

В некоторых случаях для прозвонки монтажа удобнее использовать не штатный режим прозвонки, имеющийся во многих мультиметрах, а предлагаемый пробник. Его схема показана на **рис. 1**. Он имеет два вида сигнализации — звуковую и световую и два порога включения звукового сигнала — при сопротивлении измеряемой цепи менее 50 Ом и менее 1 кОм. Во втором случае пробник можно использовать для проверки исправности p-n переходов кремниевых и германиевых полупроводниковых приборов, а в первом — только германиевых. Максимальный выходной ток (при замыкании щупов XP1, XP2) в режиме "50 Ом" — 3,6 мА, в режиме "1 кОм" — 1,2 мА, а напряжение на щупах не превышает 1,9 В. От источника питания — батареи GB1 напряжением 3 В — максимальный потребляемый ток при замкнутых щупах — около 18 мА. При разомкнутых он близок к нулю, поэтому выключателя питания нет.

Когда щупы пробника разомкнуты или сопротивление контролируемой цепи более установленного переключателем SA1 предела, транзистор VT1 закрыт и на верхнем по схеме входе элемента DD1.2 лог. 0, поэтому генератор звуковой частоты, собранный на элементах DD1.1, DD1.2, заторможен. На выходах элементов DD1.3, DD1.4 — лог. 1 и ток через звукоизлучатель HA1 (динамическая головка, телефонный капсюль) не протекает. Если замкнуть щупы при положении переключателя SA1 "50 Ом", через диоды VD1—VD3 и резисторы R1—R3 потечёт ток около 3,6 мА и напряжения на резисторе R1 будет достаточно для открывания транзистора VT1. На верхнем по схеме входе элемента DD1.2 установится лог. 1, светодиод HL1 станет светить, а генератор заработает на частоте около 1200 Гц. На динамическую головку HA1 поступят импульсы с указанной частотой — зазвучит звуковой сигнал. Для увеличения нагрузочной способности логические элементы DD1.3, DD1.4 включены параллельно. Резистор R10 уменьшает громкость сигнала, а R8 ограничивает ток через светодиод.

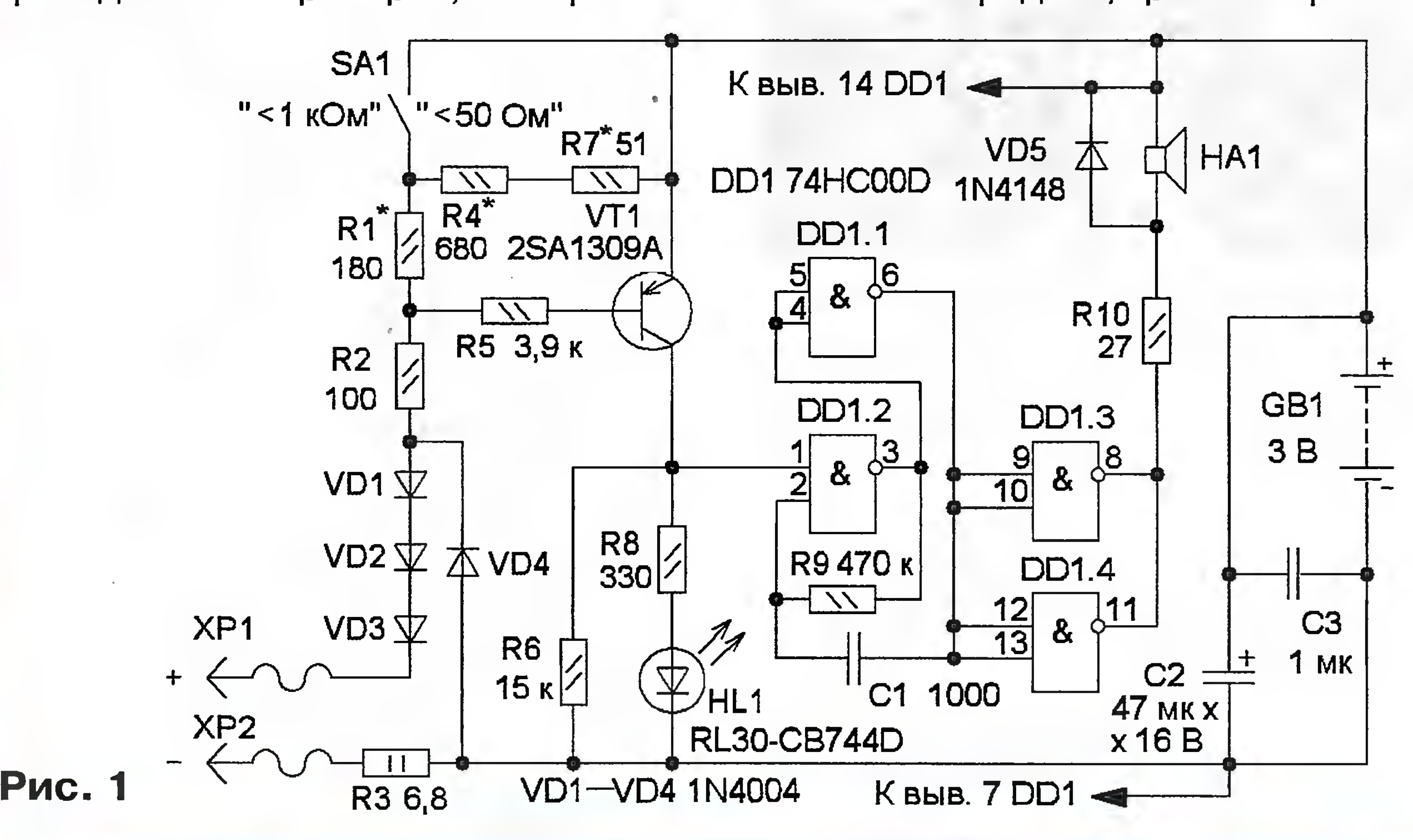
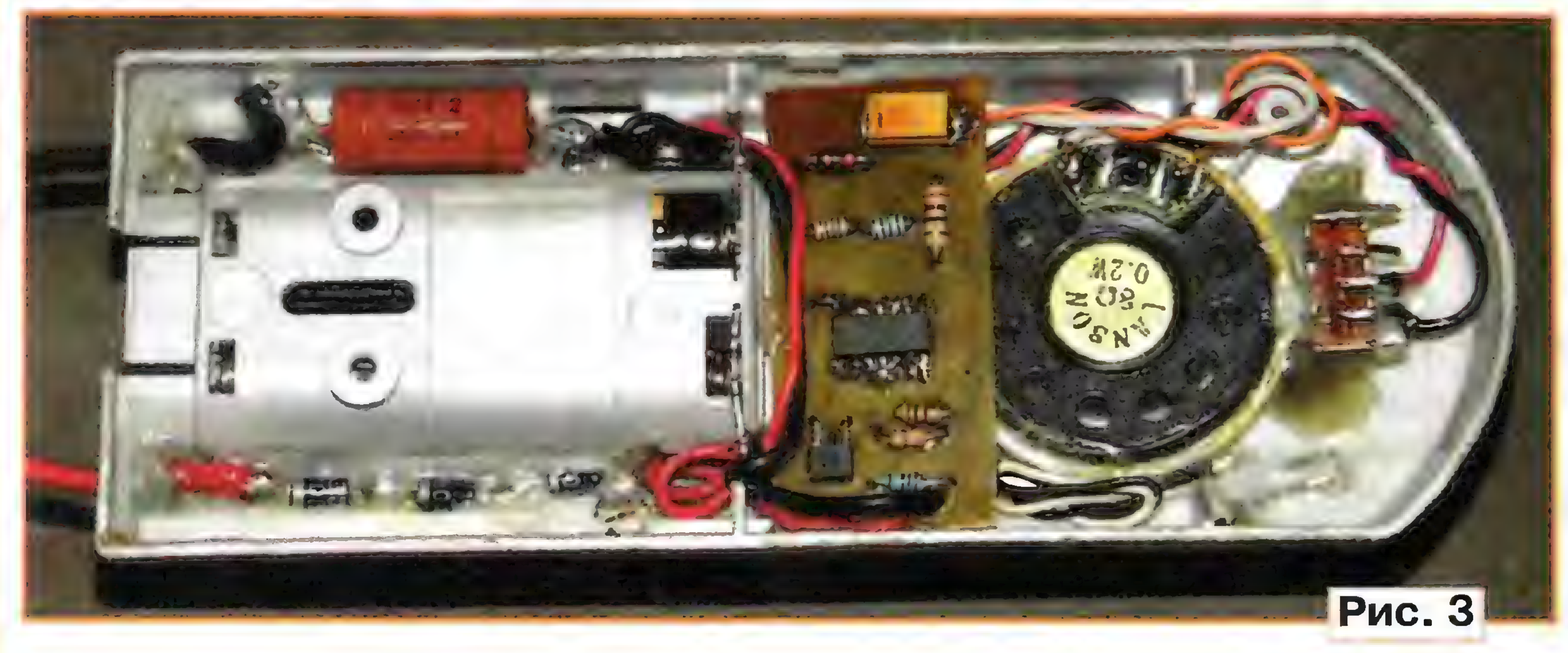


Рис. 1


Рис. 2


Рис. 3

Сопротивление последовательно включённых резисторов R1, R4, R7 определяет чувствительность пробника. Чем оно больше, тем при более высоком сопротивлении контролируемой цепи будет включаться звуковой сигнал. При разомкнутых контактах выключателя SA1 пробник работает в режиме измерения целостности цепей сопротивлением менее 1 кОм. Диоды VD1—VD4 и резистор R3 защищают устройство от повреждения при ошибочном подключении щупов пробника к находящейся под напряжением цепи или к заряженному конденсатору. Но возможности этой защиты не безграничны. Если, например, щупы будут подключены к заряженному до 50 В оксидному конденсатору ёмкостью 2200 мкФ, то защита безболезненно выдержит такой "удар". Если же щупы подключить к оксидному конденсатору ёмкостью 220 мкФ, заряженному до напряжения 310 В (X1 — к минусу, X2 — к плюсу), эти диоды и резистор могут быть повреждены. Но если полярность подключения щупов изменить, то устройство выдержит напряжение до 1000...1500 В.

Применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидный конденсатор — импортный, можно применить танталовый для поверхностного монтажа, остальные — К10-17. Диоды 1N4004 могут быть любыми из серий 1N400x, UF400x, КД243, КД247. Такими же диодами или КД522Б можно заменить 1N4148. Применённый светодиод RL30-CB744D синего цвета свечения с прямым напряжением около 2,8 В при токе 20 мА. Он не только показывает состояние контролируемой цепи, но и является индикатором разрядки батареи питания. Когда напряжение батареи уменьшится до 2,8 В, яркость свечения заметно снизится. Этот светодиод можно заменить другим, любого

цвета свечения, с меньшим рабочим напряжением, но тогда он не будет индицировать состояние батареи.

Динамическая головка — любая малогабаритная сопротивлением 8...100 Ом, её можно заменить электромагнитным капсюлем или пьезокерамическим излучателем без встроенного генератора (например, ЗП-1, ЗП-3). В последнем случае диод VD5 заменяют резистором сопротивлением 1 кОм. Выключатель SA1 — любой малогабаритный движковый. Батарея составлена из двух гальванических элементов типоразмера AAA. Желательно применить щелочные элементы, это повысит стабильность и продолжительность работы устройства.

Часть деталей смонтирована на плате шириной 18...20 и длиной 40...42 мм из стеклотекстолита с применением навесного монтажа (**рис. 2**). Соединения выполнены тонким изолированным монтажным проводом. Плата и остальные детали установлены в пластмассовом корпусе размерами 20×47×125 мм от трубки радиотелефона (**рис. 3**) и закреплены с помощью термоклея. Конденсатор C3 установлен в непосредственной близости от выводов питания DD1 со стороны проводов. В батарейном отсеке находятся элементы питания.

Налаживание сводится к подборке резисторов R1, R4, R7. В режиме "<50 Ом" подборкой резистора R1 устанавливают порог включения сигнала при сопротивлении контролируемой цепи 50 Ом и менее. В режиме "<1 кОм" подборкой резисторов R4 (грубо) и R7 (точно) устанавливают порог в 1 кОм. По желанию подборкой этих резисторов можно установить и другие пороги срабатывания пробника. Напряжения на щупах пробника имеют вполне определённую полярность, поэтому их желательно как-то выделить, например, надев на них кольца из разноцветных термоусадочных трубок. ■

"Крестики-нолики" на микроконтроллере

Р. МУХУТДИНОВ, д. Султановка Кигинского р-на, Башкортостан

В предложенном устройстве реализована широко известная игра "крестики-нолики". В игре принимают участие два соперника, но предусмотрен вариант, в котором игрок может сыграть против "электронного интеллекта" микроконтроллера. Игровое поле 3×3 образовано двухцветными светодиодами.

Устройство (**рис. 1**) содержит микроконтроллер DD1, два регистра DD2 и DD3 и девять двухцветных светодиодов, поэтому в данном случае эту игру можно назвать "красный-зелёный". Питающее напряжение на аноды светодиодов HL1—HL9 поступает с выходов регистров DD2, DD3 и линий RB6, RB7 микроконтроллера DD1. Катоды всех светодиодов подключены к коллектору транзистора VT1, которым по линии RB5 управляет микроконтроллер.

Микроконтроллер DD1 загружает данные в регистр DD2, при переполнении которого информация с выхода восьмого разряда (вывод 13) передаётся на информационные входы регистра DD3. После загрузки регистров на базу транзистора VT1 поступает открывающее напряжение, тем самым катоды светодиодов подключаются к общему проводу. В результате загораются те из них, на анодах которых присутствует напряжение. Светодиод HL4 подключён непосредственно к микроконтроллеру, так как все выходы регистров заняты. Резисторы R3—R21 — токоограничивающие. Микроконтроллер работает на тактовой частоте 4 МГц от встроенного генератора.

После подачи питания устройство переходит в режим игры, в котором противником игрока является "электронный интеллект" микроконтроллера. При этом на игровом поле высвечивается символ "+" (плюс) зелёного цвета. Игрок может играть только "крестиками", которым присвоен красный цвет. Микроконтроллер играет "ноликами", которым соответствует зелёный цвет. При выборе этого режима игры первый ход делает игрок, в следующей партии первый ход за микроконтроллером, затем опять за игроком. Таким образом, право первого хода передаётся по очереди.

Ход крестиками осуществляют нажатием на кнопку SB1. После кратковременного нажатия светодиод HL1 начинает мигать красным цветом с частотой 1 Гц, тем самым указывая клетку игрового поля, на которую можно "поставить крестик". При повторном нажатии на кнопку SB1 светодиод HL1 гаснет и начинает мигать светодиод HL2. При последующих нажатиях поочерёдно мигают остальные светодиоды поля, а

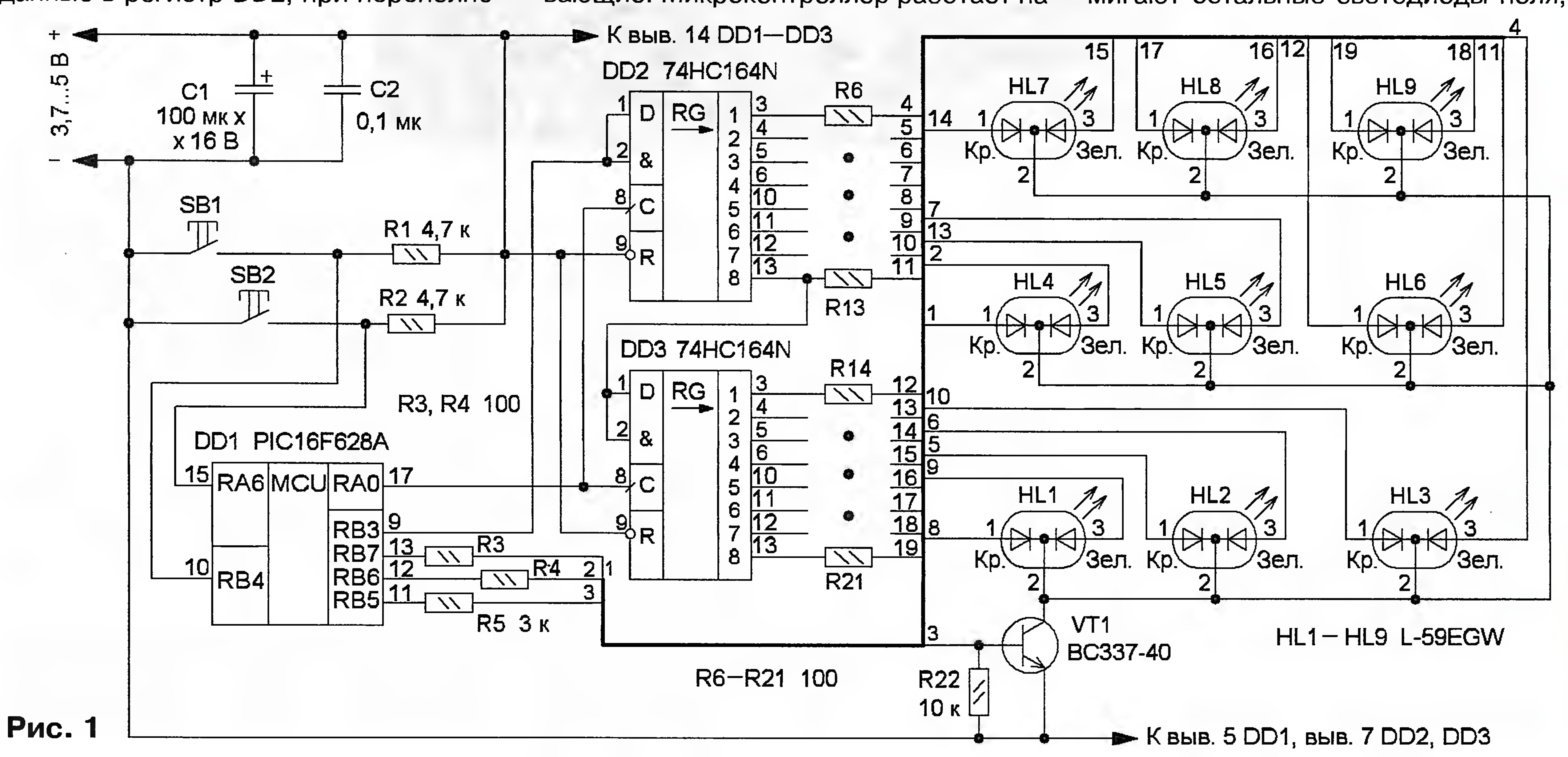
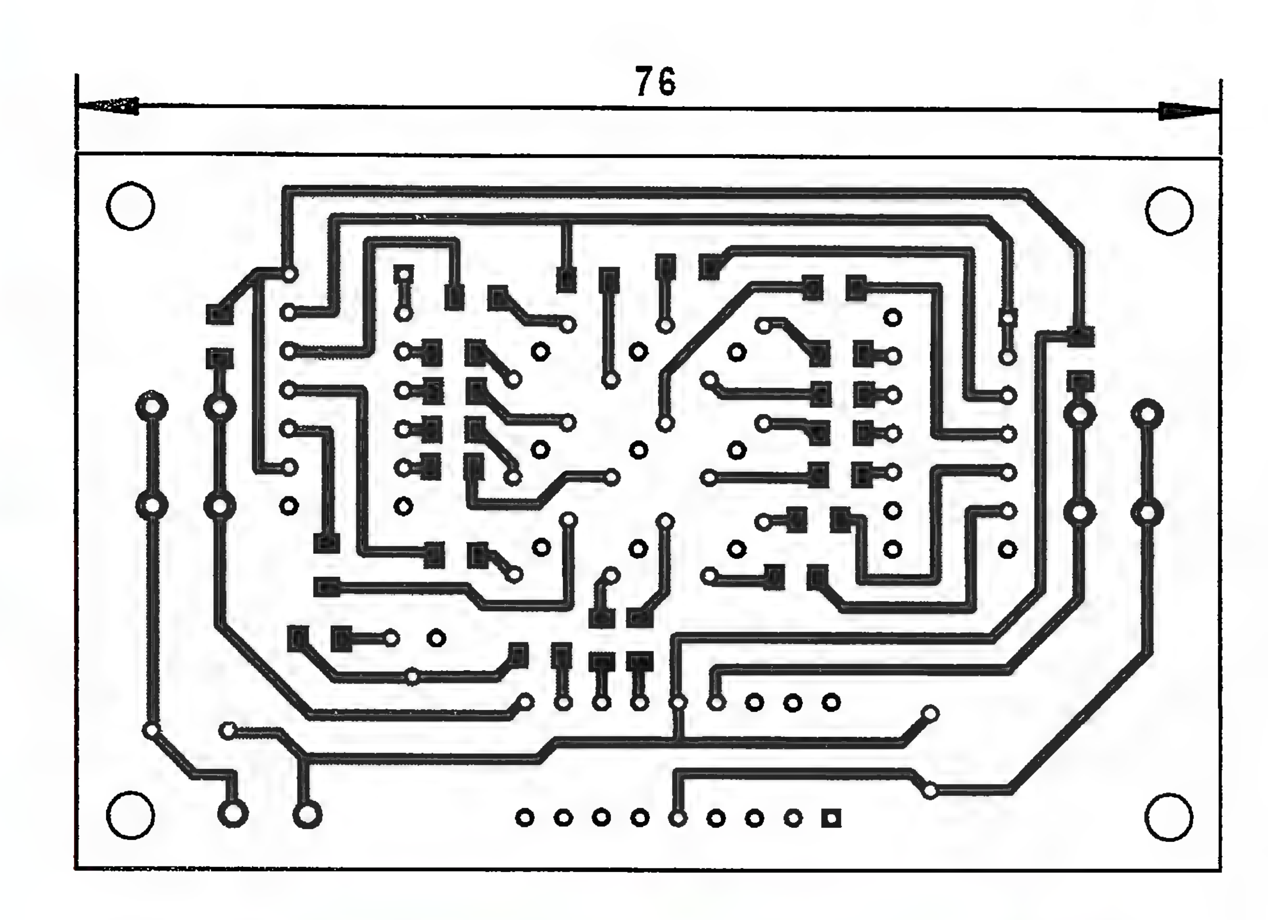
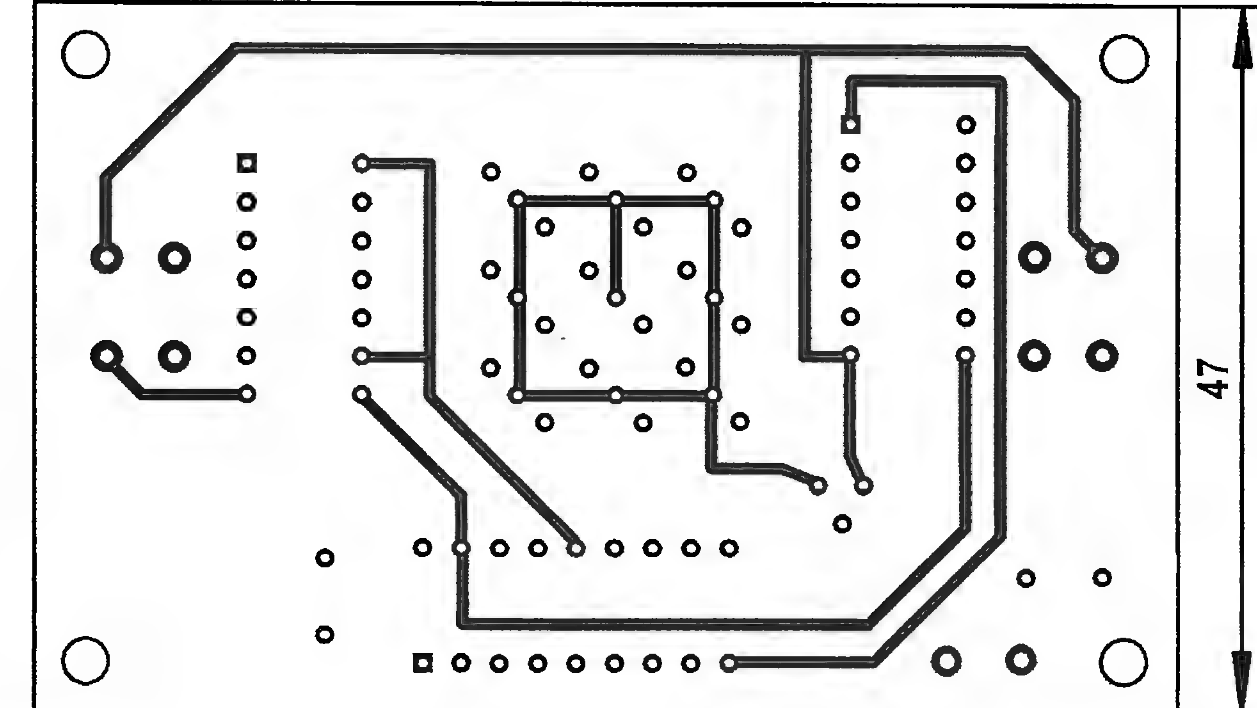
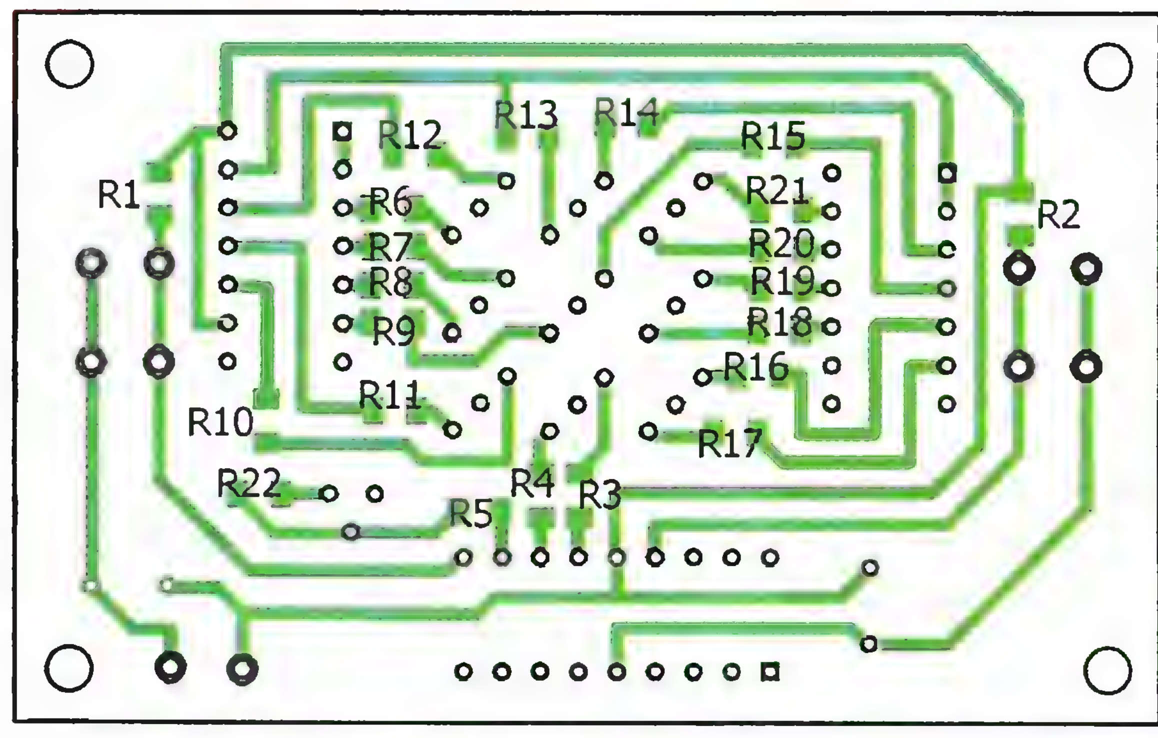


Рис. 1







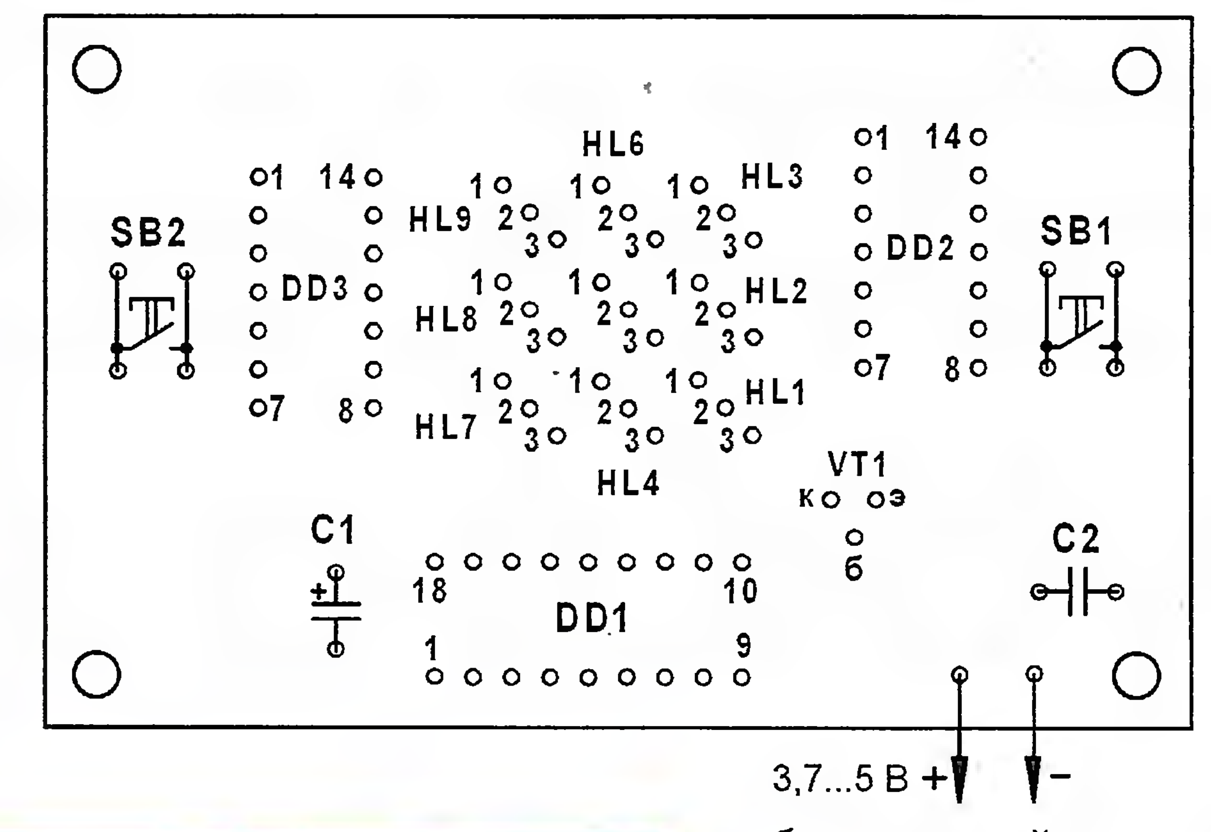


Рис. 2

после светодиода HL9 снова мигает HL1. Чтобы сделать ход ("поставить крестик") на выбранную клетку, необходимо удерживать кнопку SB1 нажатой более одной секунды, после чего светодиод перестанет мигать и станет постоянно гореть красным цветом. После хода микроконтроллера игрок выбирает необходимую клетку, как было описано выше, и делает ход сам. Во время выбора клетки игроком уже занятая пропускается, вместо неё мигает следующая свободная.

В случае победы игрока, через секунду после того как сделан последний ход, на игровом поле высвечивается символ "Х" (крестик) красного цвета. Если побеждает микроконтроллер, то высвечивается символ "0" (нолик) зелёного цвета. Ничья отображается символом "Н" (ничья) оранжевого цвета, т. е. в каждом светодиоде зажигаются оба кристалла, красный и зелёный. Для начала новой игры необходимо нажать на кнопку SB1.

Для переключения режима игры нужно одновременно удерживать нажатыми более секунды кнопки SB1 и SB2. Переключение возможно после подачи питания, а также после завершения каждой партии в обоих режимах. После перехода в режим игры для двух игроков на игровом поле высвечивается символ "+" (плюс) красного цвета. Для начала игры необходимо нажать на кнопку SB1 или SB2, соответственно, первым ходит тот игрок, кто раньше нажмёт на кнопку. То же правило справедливо для начала любой следующей партии. Здесь также кнопкой SB1 осуществляется ход крестиками, которым присвоен красный цвет, а кнопкой SB2 — ноликами, соответственно, зелёного цвета свечения. Выбор клетки для крестиков описан выше, для ноликов справедливы те же действия, с одной разницей — после нажатия на кнопку SB2 начинает мигать светодиод HL9, при следующем нажатии — HL8, т. е. светодиоды переключаются в обратном направлении. Отображение результатов, как в первом режиме. Если в течение четырёх минут нажатий на кнопки не было, устройство переходит в режим пониженного энергопотребления, микроконтроллер отключает все светодиоды и переходит в спящий режим. Он "просыпается" после нажатия на кнопку SB1, и устройство возвращается в прежнее состояние.

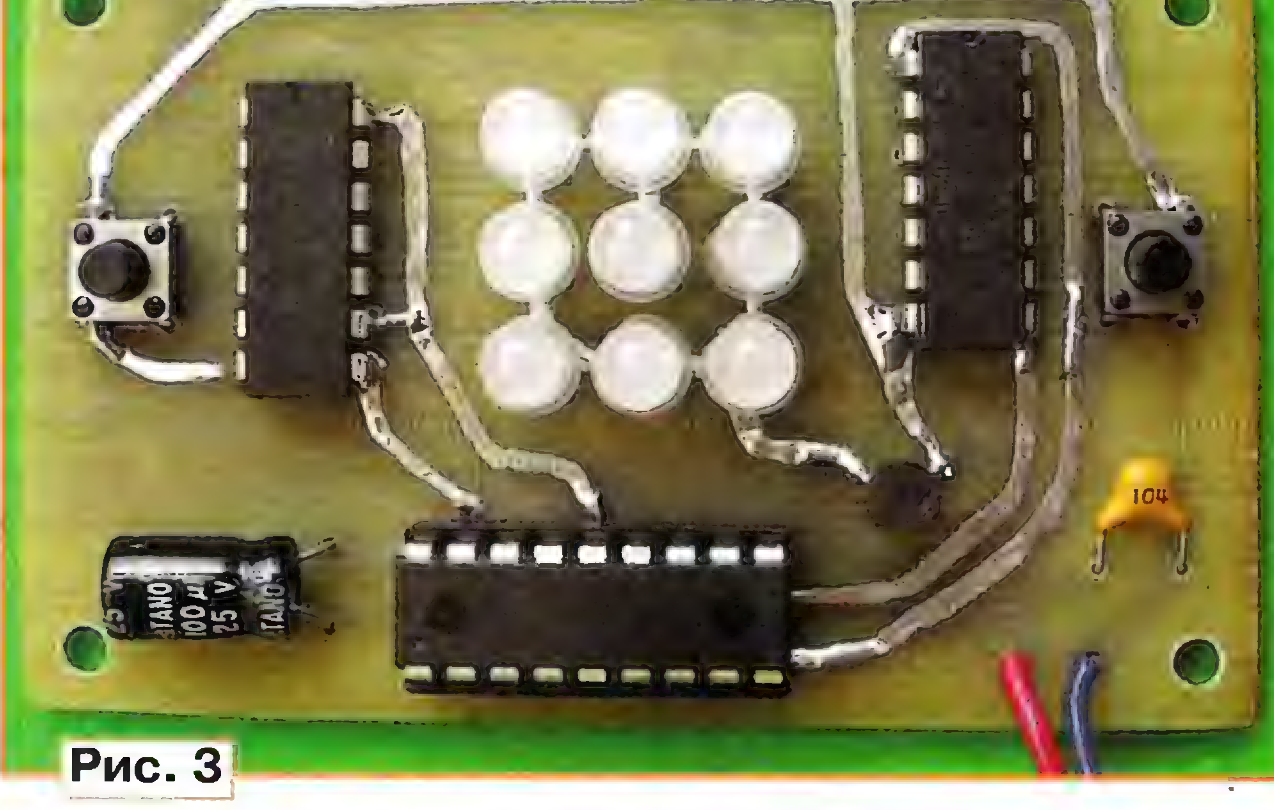


Рис. 3

Все детали смонтированы на двусторонней печатной плате из фольгированного текстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. В устройстве применены резисторы для поверхностного монтажа типоразмера 1206, оксидный конденсатор — импортный, C2 — керамический К10-17. Светодиоды L-59EGW можно заменить двухцветными с общим катодом и диаметром корпуса 5 мм. Кнопки SB1, SB2 — тактовые SWT 6x6-7, TS-A3PS-130 или серии ПКн159. Внешний вид смонтированной платы приведён на **рис. 3**. Источник питания — стабилизированный сетевой блок питания напряжением 3,7...5 В или батарея из трёх гальванических элементов типоразмера АА или ААА.

От редакции. *Программное обеспечение для микроконтроллера имеется по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/09/krest.zip>*** *на нашем FTP-сервере.*

Преобразователь напряжения в светодиодном фонаре

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В настоящее время карманные фонари в основном светодиодные. Источник питания в них, как правило, гальванические элементы, аккумуляторы и составленные из них батареи. Для большинства маломощных осветительных светодиодов белого цвета свечения требуется напряжение питания 3...3,6 В, хотя есть такие, для которых достаточно 2,6...2,8 В, но они встречаются нечасто. В первом случае существуют два основных варианта питания светодиодов. При использовании одного элемента или батареи с суммарным напряжением не более 3 В применяют повышающие преобразователи напряжения. Если питать светодиоды от Li-ion аккумулятора напряжением 3,7 В, батареи Ni-Cd аккумуляторов (3,6 В) или батареи гальванических элементов (4,5 В), преобразователь напряжения не требуется. Но в таких фонарях токоограничивающие резисторы установлены не всегда, поэтому при "свежей" батарее ток через светодиоды может существенно превысить допустимый, и они будут работать с перегрузкой, что негативно скажется на их надёжности и сократит срок службы батареи питания. Этот недостаток усугубляется ещё и тем, что светодиоды включены параллельно, поэтому некоторая их часть перегружается больше других.

В то же время, при снижении напряжения батареи, ток через светодиоды (а значит, и яркость их свечения) существенно уменьшается. При напряжении 2,9...3 В уже требуется замена гальванических элементов или зарядка аккумуляторов, хотя энергия батареи использована ещё не полностью. Устранить большинство этих недостатков поможет введение в светодиодный фонарь повышающего преобразователя напряжения. Подходящим будет NCP1400ASN33T1, особенностью которого является стабилизация выходного напряжения 3,3 В, при этом минимальное входное напряжение составляет несколько сотен милливольт. Схема преобразователя и его подключения к фонарю показана на **рис. 1**. Он состоит из микросхемы преобразователя DA1, накопительных дросселей L1, L2, выпрямителя на диоде VD1 и сглаживающих конденсаторов C1, C2. Преимуществом такого решения является то, что при "свежей" батарее питания напряжение на светодиодах превышает напряжение стабилизации преобразователя, поэтому он выключен. По мере разрядки батареи преобразователь включается и поддерживает на светодиодах напряжение около 3,3 В, обеспечивая тем самым постоянную яркость свечения при уменьшении напряжения батареи, что важно. При этом ресурс батареи используется более полно.

Преобразователь напряжения
L1 39 мкГн
L2 39 мкГн
VD1 SS12
OUT DC/DC Lx CE GND
C1 100 мк х х 10 В
C2 100 мк х х 10 В
DA1 NCP1400ASN33T1
GB1 4,5 В
SA1 "Вкл."
EL1 ... EL9
Фонарь

Рис. 1

Был доработан светодиодный фонарь (**рис. 2**) с диаметром корпуса 24 и длиной 83 мм, в котором девять параллельно соединённых светодиодов питаются от батареи напряжением 4,5 В, состоящей из трёх последовательно соединённых гальванических элементов типоразмера ААА. Все светодиоды размещены на печатной плате (**рис. 3**). Катоды и аноды светодиодов объединены, пружинный контакт припаян к анодам и соединяется с плюсовым выводом батареи питания. Катоды с помощью механического контакта соединены с металлическим корпусом фонаря, который, в свою очередь, через выключатель питания соединён с минусовым выводом батареи питания.



Рис. 2

Тип применённых светодиодов неизвестен, а их суммарная вольт-амперная характеристика, снятая экспериментально, показана на **рис. 4**. Она показывает, что при напряжении на светодиодах 3,25 В их ток равен 250 мА. Это, скорее всего, запредельное значение, поскольку для большинства маломощных осветительных светодиодов допустим ток всего 20 мА. Естественно, что при использовании "свежих" гальванических элементов светодиоды перегружены. В штатном варианте фонаря "излишки" напряжения падают на внутреннем сопротивлении элементов и сопротивлении механических контактов. При установке преобразователя в фонарь на диоде VD1 и дросселях L1, L2 падает напряжение несколько сотен милливольт, что уменьшает максимальный ток через светодиоды.



Рис. 3

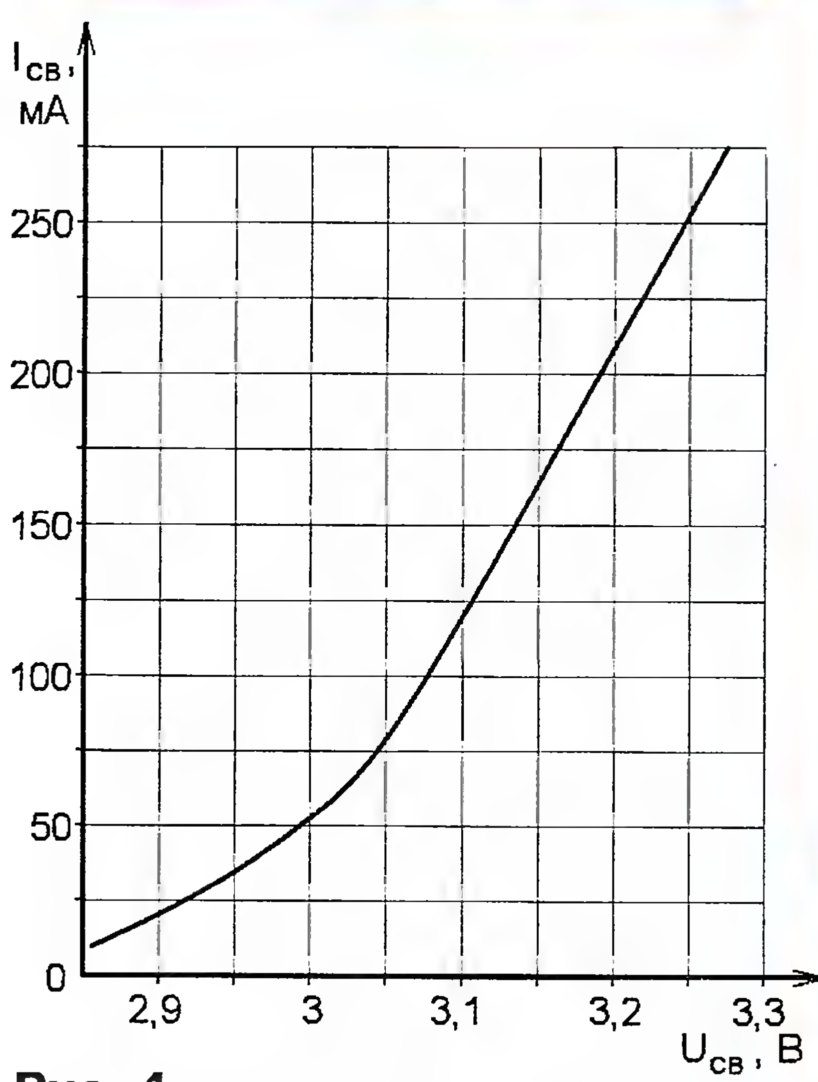


Рис. 4

Применены танталовые конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмера B или C, их ёмкость может быть в интервале 33...100 мкФ, номинальное напряжение — 6...10 В, диод SS12 можно заменить одним из SM5817, SM5818, SM5819, а ещё лучше импульсным диодом 15MQ040. Применены два парал-




Рис. 5



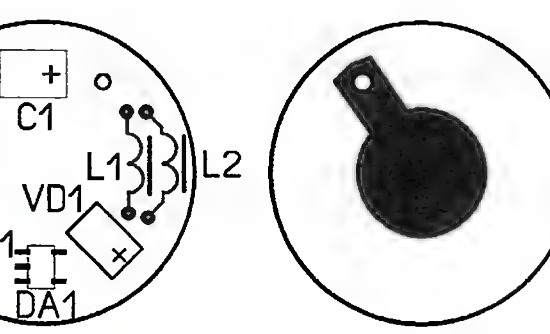


Рис. 6



Рис.7

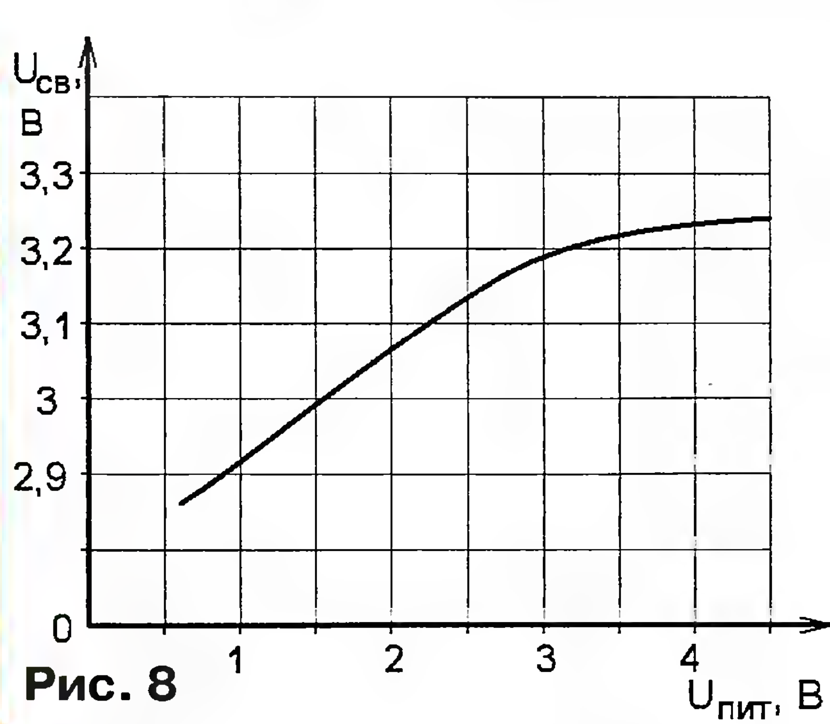


Рис. 8

лельно соединённых дросселя EC24, это сделано для исключения вхождения их магнитопроводов в насыщение. Все элементы преобразователя размещены на печатной плате (**рис. 5**) из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 0,5...1 мм, чертёж которой показан на **рис. 6**. Через отверстие в плате металлизированные площадки соединены между собой отрезком лужёного провода. Эту плату устанавливают между платой светодиодов и плюсовым выводом батареи питания, как показано на рис. 1. Для этого её с помощью отрезков лужёного провода припаивают вплотную к плате светодиодов (**рис. 7**). При этом пружинный контакт платы светодиодов "попадает" на круглую металлизированную (лужёную) площадку, расположенную со стороны установки деталей, а плюсовой вывод батареи — на аналогичную площадку с другой стороны платы. Экспериментальная зависимость напряжения на светодиодах от напряжения батареи показана на **рис. 8**.

Одно из достоинств модернизированного фонаря — возможность применения в батарее только одного или двух гальванических элементов, если остальные вышли из строя или недоступны. Взамен негодных или отсутствующих в кассету (держатель) устанавливают короткозамыкающие вставки. Можно использовать один элемент типоразмера R10 (LR10, А332) с диаметром корпуса 20,5 и длиной 37 мм, но в этом случае потребуется дополнительная токопроводящая вставка со стороны минусового контакта питания. И элемент, и вставку следует изолировать от корпуса. Если для питания фонаря планируется применить Ni-Cd или Ni-MH аккумуляторы, использование предложенного преобразователя может привести к их сильной разрядке. Чтобы это исключить, схему следует доработать в соответствии со схемой преобразователя напряжения, приведённой в статье автора "Устройство разрядки аккумулятора + карманный фонарь" ("Радио", 2013, № 4, с. 48, 49). Это обеспечит автоматическое отключение преобразователя при разрядке аккумуляторов до заранее установленного значения.

Следует отметить, что в фонарях аналогичной конструкции светодиоды часто устанавливают не на печатную плату, а на пластмассовую нефольгированную пластину с отверстиями. Аноды соединены методом скрутки, а пружинный контакт при этом отсутствует. При такой конструкции места скрутки необходимо аккуратно пропаять, соединить катоды светодиодов отрезком лужёного провода, а плату преобразователя припаять к светодиодам.

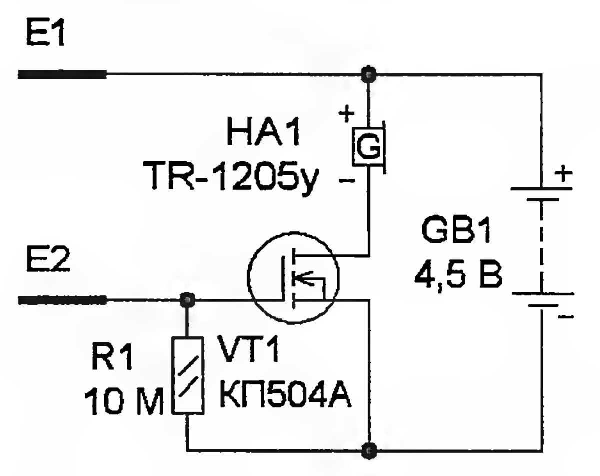
Простой сигнализатор протечки

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Этот сигнализатор подаст звуковой сигнал в случае возникновения протечки воды. Он содержит мало деталей и не требует налаживания. Схема сигнализатора показана на **рисунке**. Основные элементы — полевой транзистор VT1, звуковой излучатель HA1 со встроенным генератором, датчик влажности, состоящий из двух электродов E1, E2, и батарея питания. Сигнализатор устанавливают на пол или другую, не проводящую ток поверхность, которую необходимо контролировать. Всего таких сигнализаторов можно установить несколько — рядом с различными сантехническими приборами, стиральной, посудомоечной машинами и в других местах возможных протечек.

Если поверхность сухая, сопротивление между электродами E1 и E2 велико, транзистор закрыт и звуковой сигнализатор обесточен — сигнала нет. При появлении между электродами E1 и E2 воды через них начнёт протекать ток, на резисторе R1 появится напряжение, которое откроет полевой транзистор VT1 и зазвучит звуковой сигнал.

В устройстве можно применить любой полевой транзистор из серий КП501, КП504, резистор — любого типа, при отсутствии номинала 10 МОм можно соединить последовательно несколько резисторов меньшего сопротивления,



звуковой сигнализатор — маломощный с номинальным напряжением питания 5 В, например, HPM14A, HPM14AX. Источник питания — батарея гальванических элементов типоразмера AA или AAA. Выключателя питания нет, поскольку в дежурном режиме потребляемый ток мал.

Для корпуса устройства можно применить пластиковую коробку (стакан) от молочных продуктов. В дне коробки на расстоянии 30...50 мм друг от друга делают три или четыре отверстия для винтов М3, которые будут ножками устройства. Отверстия располагают так, чтобы корпус был устойчив. Винты длиной 15...20 мм крепят гайками в этих отверстиях (головками внутрь коробки). Предварительно под головки двух ближайших винтов подкладывают по лепестку — эти винты будут выполнять функцию электродов E1 и E2. Под головки остальных винтов устанавливают шайбы толщиной, равной толщине лепестка. Детали монтируют навесным методом, фиксируя их термоклеем, при этом лепестки можно использовать как опорные стойки. Для размещения гальванических элементов можно применить кассету.

Проверяют сигнализатор, установив его на смоченную водой поверхность. Для герметизации коробку сверху закрывают крышкой или заклеивают липкой лентой.

***От редакции.** Полевой транзистор в этом сигнализаторе не защищён от мощных наводок и зарядов статического электричества, что может привести к выходу его из строя. Для защиты транзистора параллельно резистору R1 следует подключить маломощный стабилитрон (катодом к затвору транзистора) с напряжением стабилизации 10...15 В, а между затвором и электродом E2 установить резистор сопротивлением несколько десятков килоом.*

Мемориальные А. С. Попова — итоги

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Так исторически сложилось, что мемориальные соревнования, посвящённые Александру Степановичу Попову, проходят незадолго до одного из самых популярных соревнований СРР — RUSSIAN DX CONTEST. Последние существуют уже почти 20 лет, дата их проведения стала традиционной и известна контестменам всего мира. А наш мемориал по срокам проведения привязан, естественно, к дню рождения Александра Степановича. Такое соседство двух соревнований не может, конечно, не повлиять на активность коротковолновиков в мемориале. Тем не менее наблюдается некоторый рост числа участников. В этом году отчёты прислали 213 коллективных и индивидуальных радиостанций — это почти на 30 % больше, чем в прошлом. В соревнованиях приняли участие спортсмены из 14 стран: России, Украины, Беларуси, Казахстана, Литвы, Латвии, Молдовы, Узбекистана, Таджикистана, Чехии, Болгарии, Польши, Японии и Анголы.

Определённый интерес соревнованиям придало участие в этом году в них пяти радиостанций, вышедших в эфир из музеев, связанных с именем А. С. Попова.

В группе станций, работавших телеграфом и телефоном, лучшим был болгарин Илья Гетцов (LZ5R) из города Поликрайште, который регулярно выступает в соревнованиях журнала "Радио". На второе место вышел Михаил Туев (R9FT) из Перми, а на третье — Александр Семилетов (RM9U) из посёлка Итатский Тяжинского района Кемеровской области.

Среди тех, кто выступал в группе CW, как и в прошлом году, победил белорусский коротковолновик Владимир Штин (EW8EW) из Гомеля. Второе место в этой группе занял Арвидас Рименас (LY2F) из Каунаса, а на третье место вышел Александр Смахтин (R0AA) из города Ачинска Красноярского края.

А у "телефонистов" лидировал Виктор Локкер (RA9AU) из города Коркино Челябинской области. На втором месте здесь Александр Чуркин (RM4HZ) из села Новый Буян Красноярского района Самарской области. Третье место у Юрия Павленко (UA6AIW) из Краснодара.

QSL мемориальной кронштадтской радиостанции R1ASP.

Среди молодых участников этих соревнований лучшим был Руслан Курбанов (RC1QA) из Вологды.

У команд коллективных станций лучший результат показала команда RF9C из Екатеринбурга, а среди молодёжных коллективов — украинская команда UU2JWA из Симферополя.

Среди наблюдателей лучшим был Сергей Васин (UR1013SWL) из Севастополя.

Наиболее активной среди радиостанций, работавших из музеев страны, связанных с именем А. С. Попова, была команда радиостанции RK3IWO из города Удомля Тверской области.



Виктор Локкер (RA9AU) — лучший среди "телефонистов".

Результаты лидеров в группах приведены в **таблицах** (место, позывной, число связей, результат), а полные итоги есть на сайте журнала по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/2012-14-505.shtml**.

Награды по федеральным округам России в группах станций с одним оператором (MIXED) и среди станций с несколькими операторами, установленные ФГУП "ГРЧЦ" и Минкомсвязи РФ, получат:

Дальневосточный федеральный округ — RT0C,

Приволжский федеральный округ — RC9FC и R9FT,

Северо-Западный федеральный округ — RZ1AWT и R1DX,

Северо-Кавказский федеральный округ — RZ6HWF и RN7F,

Сибирский федеральный округ — RZ9UWZ и RM9U,

Уральский федеральный округ — RF9C и UA9JLL,

Центральный федеральный округ — RK3XWL и R3EC,

Южный федеральный округ — RZ6LWY.

Аналогичные награды учреждены и для иностранных участников, показавших лучшие результаты в этих же группах. В этом году их получат болгарин Илья Гетцов (LZ5R) и украинская команда UU2JWA.

Мы поздравляем победителей мемориальных соревнований А. С. Попова и благодарим всех, кто прислал отчёты об участии!

SINGLE-OP CW

1	EW8EW	264	10501
2	LY2F	253	10013
3	R0AA	245	9606
4	RG3R	216	8805
5	RK6HG	221	8772
6	RK3ER	198	7733
7	R1NW	186	7696
8	UA2FL	196	7515
9	RM3Z	180	7472
10	LY3QA	172	7200

SINGLE-OP SSB

1	RA9AU	131	4524
2	RM4HZ	137	4465
3	UA6AIW	131	4338
4	RA4CBH	119	4155
5	UA6HML	110	3968
6	RA0UBI	110	3788
7	LY2OU	111	3666
8	UA9AU	105	3645
9	RZ3Z	110	3548
10	R4HAW	92	3347

SINGLE-OP MIXED

1	LZ5R	370	14872
2	R9FT	327	12542
3	RM9U	300	11786
4	UA4LU	302	11594
5	R3EC	292	10879
6	RU9MX	269	9921
7	UA4PN	268	9814
8	RW4W	265	9777
9	RN7F	255	9585
10	UA9JLL	237	8775

MULTI-OP

1	RF9C	285	10640
2	RK9CYA	245	9097
3	RT0C	218	8354

JR SINGLE-OP

1	RC1QA	114	4037
2	RK3SWS	109	3421
3	RN6HDA	28	942

JR MULTI-OP

1	UU2JWA	186	7016
2	RZ9UWZ	166	6209
3	RK3XWL	128	4706
4	RZ6HWF	108	4115
5	RZ1AWT	99	4050
6	RK3WWZ	90	3581
7	RC9FC	110	3320
8	RK9SXD	94	3206
9	RZ3DZI	76	2615
10	RK3SAI	80	2524

POPOV MUSEUM

1	RK3IWO	212	6999
2	RK1B	147	5055
3	R9DMP	131	4962
4	RK1A	122	4249
5	R1ASP	18	667

SWL

1	UR1013SWL	60	2609
2	US-Q-73	38	1666
3	R1Q-038	32	1336

Партизанский "Север" в эфире!

Эту фотографию прислал нам Валерий Боков (UA9FGJ) из г. Губахи Пермского края. На ней известный московский коротковолновик Рэм Гаухман (UA3CH) проводит связи на любительских диапазонах, используя легендарную партизанскую радиостанцию "Север". Коротковолновики крайне редко применяли "Север" на своих домашних радиостанциях — её малая мощность и ограниченные оперативные возможности привлекали лишь отдельных энтузиастов "поработать QRP".



Но для Рэма Гаухмана, который, кстати, неоднократно публиковался на страницах журнала "Радио" в 70-е годы, работа на "Севере" носила особый смысл. На этой радиостанции (именно на этом её экземпляре, что показан на фотографии) он в августе 1945 г. выходил в эфир в самом конце Великой Отечественной войны из далёкого Харбина. А после войны иногда "для души" работал на любительских диапазонах.

УКВ чемпионат и первенство страны — в поле и на стадионе

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

Очный чемпионат России по радиосвязи на УКВ — это главное событие года в спортивной жизни ультракоротковолновиков. Впервые очный чемпионат (конечно, СССР) прошёл в Московской области ещё в 1963 г. Тогда около 30 спортсменов заняли позиции в восьми "кустах", расположенных по кругу радиусом 80 км с центром в Москве. Используя ламповые радиостанции с мощностью 5 Вт и волновые каналы (9—10 элементов), они проводили радиосвязи друг с другом на диапазоне 144 МГц. 50 лет назад радиосвязи, проведённые с корреспондентами на расстоянии около двухсот километров, казались очень дальними.

Сегодня ламповая техника ушла в историю. Ультракоротковолновики освоили ещё и диапазон 23 см, изменилась и сама формула чемпионата. Появилась возможность проведения радиосвязей со всеми участниками популярного "Полевого дня на УКВ". И теперь радиосвязи на 800 км — привычное дело.

По нынешней формуле Союз радиолюбителей России проводит чемпионат в пятый раз. Три раза он проходил на орловской земле, а теперь — уже во второй раз на липецкой. И каждый раз организаторы вносят изменения, улучшающие проведение соревнований.

В этом году было решено увеличить расстояние между позициями. География места проведения соревнований — Измалковского района Липецкой области — вполне позволяла это сделать. На этапе подготовки к чемпионату на холмистой гряде, тянущейся с севера Орловской области в сторону Ельца, было найдено ещё несколько хороших мест для расположения участников соревнований. В результате минимальное расстояние между рабочими позициями увеличилось с 2—3 до 4—6 км. Это уменьшило взаимные помехи и дало возможность участникам чемпионата провести большое число дальних связей. Более того, сами позиции с точки зрения их пригодности для проведения радиосвязей на УКВ стали практически равноценными.

Как и в прошлом году, большую организационную работу провёл оргкомитет соревнований. Его возглавил заместитель председателя Регионального отделения ДОСААФ России Липецкой области Юрий Пашовкин. В оргкомитет вошли главный специалист Регионального отделения ДОСААФ России Липецкой области и председатель Совета Липецкого РО СРР Игорь Мазаев (UA3GGO), председатель Местного отделения ДОСААФ России г. Ельца Липецкой области Владимир Льготкин, председатель Местного отделения ДОСААФ России Измалковского района Липецкой области Владимир Левыкин, а также председатель УКВ комитета Союза радиолюбителей России Дмитрий Дмитриев (RA3AQ).



Команда Ставропольского края — победитель первенства России (среди молодёжи). Слева — Олег Краснюк (оператор школьной радиостанции RK6HXA), справа — Александр Овчинников (UB6HFY).

Оргкомитет, в частности, снабдил всех участников сопроводительными письмами, в которых объяснялось, что делают спортсмены на измалковской земле и почему им необходимо оказывать всяческое содействие. Забегая немного вперёд, скажем, что и местная администрация, и местные жители отнеслись к спортсменам исключительно дружелюбно. Запомнился эпизод с командой Москвы, когда во время сборки антенн приехал кто-то из местных и прокричал с обочины: "Привет, коллеги!" Как выяснилось, он оказался профессиональным связистом — работником Ростелекома. Где-то неподалёку у него была пасека, на которую он и пригласил членов команды. С пониманием восприняв их отказ посетить пасеку, немного позже он привёз на позицию банку свежего душистого мёда!

Работа оргкомитета запомнилась, в частности, всем участникам чемпионата и вкусной едой, которую готовили на полевой кухне и развозили по позициям три раза в день.

Без сомнения, нам очень повезло с погодой. На севере и на юге ходили грозовые тучи. Было видно, что из чёрной тучи где-то, совсем рядом, идёт проливной дождь, слышались раскаты грома. Тем не менее во время соревнований обошлось, по счастью, без серьёзного дождя.

В этом году организаторы решили открыть соревнования в базовом лагере. Это было сделано для экономии времени. Сам базовый лагерь расположился в живописном месте на берегу небольшой реки. Из него открывается прекрасный вид на характерный ландшафт с полями и перелесками. Очень приятной особенностью базового лагеря, да и всей измалковской местности, явилось почти полное отсутствие комаров.

На открытие съехались все команды, чемпионы России по радиосвязи на УКВ 2012 г. — команда Краснодарского края подняла флаг чемпионата, прозвучал гимн России. Отработала мандатная комиссия, состоялась жеребьёвка и команды отправились по позициям.

Теперь нужно сказать несколько слов об участниках. В обновлённом составе выступила в чемпионате команда Москвы. Юрий Хмеленко (RL3FT) и Максим Пустовит (RV3BA) хорошо известны всем как опытные коротковолновики. Но мало кто знает, что Юрий, например, впервые принял участие в "Полевом дне на УКВ" ещё 13 лет назад в составе команды RK3DZD, выиграл Кубок России в 2006 г. Да и Максим тоже имеет приличный опыт участия в соревнованиях на УКВ.

В составе команды Орловской области выступали Валерий Чикин (R3EA) и Владимир Фетисов (RA3EG), которые уже становились чемпионами России по радиосвязи на УКВ в 2011 г. При этом двадцатилетний Владимир Фетисов (RA3EG) оказался самым молодым участником чемпионата.

В первый раз выступила в чемпионате новая команда, представлявшая Липецкую область. Команда была составлена из опытных коротковолновиков — Михаила Макуси (RT3G) и Владимира Исаева (RO3G). Кстати, для своего выступления в чемпионате команда использовала трансивер, на-

Окончание.
Начало см. на 2-й с. обложки

правленный в своё время на развитие радиоспорта в Липецкой области по линии ДОСААФ России по представлению СРР.

Впервые выступила в чемпионате и команда хозяев — Владимир Харламов (R3GC) и Анатолий Карпунин (RA3EC).

В этом году очень грамотно поступил оргкомитет с перемещением судей от команды к команде. Судьи внутри каждой из двух групп участников были направлены на соседние позиции по часовой стрелке, так что добираться до "места работы" им было совсем недалеко.

Условия распространения радиоволн на этот раз были "средними". Многим удались радиосвязи на диапазонах 144 и 430 МГц с радиостанциями Крыма. Много было неплохих дальних связей на диапазоне 1296 МГц. Но настоящий подарок участникам сделала аврора, захватившая начало соревнований. Те из участников чемпионата, кто услышал характерные шипящие сигналы на диапазоне 144 МГц, смогли провести дальние связи с RX1AS и R1DM. К сожалению, "спорадик", который порадовал участников "Полевого дня", состоялся уже после окончания зачётного времени чемпионата.

Очень интересно наблюдать за тем, как из года в год совершенствуется аппаратура участников. Главная тенденция — использование КВ-трансиверов с хорошим динамическим диапазоном и УКВ-трансвертеров. На диапазон 144 МГц сегодня самой перспективной выглядит связка из трансивера Elecraft K3 и трансвертора ME2HT-PRO разработки и производства венгерского радиолюбителя HA1YA. Такой комплект использовали бронзовые призёры соревнований. А золотые — тот же ME2HT-PRO, но уже с трансивером FT1000MP. На всех остальных диапазонах полное преимущество у TS-2000 (TS-2000X). Этот трансивер использовался большинством участников соревнований на 430 МГц и с усилителем мощности, представляющим собой, как правило, одну или две "шоколадки" (радиочастотных модуля) на диапазоне 1296 МГц.

Среди антенн двухметрового диапазона лидируют стеки. Наиболее популярны конструкции 2×9 или 2×10 элементов. Победители использовали стек 4×6 элементов, а участники, занявшие третье и четвёртое места, — одну длинную антенну из 14 элементов.

На диапазоне 430 МГц картина примерно такая же. Здесь разброс больше — стеки от 2×14 до 2×23 элемента и длинная одиночная антенна из 38 элементов.

На 1296 МГц почти у всех — параболы в диаметре от одного метра до двух с половиной. Параболы, как правило, сетчатые, что уменьшает ветровую нагрузку. Одна команда использовала четыре стрелы по 50 элементов RA3AQ. Если внимательно посмотреть на Регламент соревнований, то станет ясно, что команды не доходят до ограничений по длине антенн.

Размещение антенн почти у всех одинаковое. На одной стреле установлены антенны двухметрового диапазона, а на другой — на диапазоны 70 и 23 см. Практически все мачты вращаются с помощью поворотных устройств. Ручное управление с помощью классического руля встречается сейчас совсем редко.

Работой технической комиссии в этом году руководил Михаил Бондарев (R3BM), отлично справившийся со своими обязанностями. Все комплекты аппаратуры участников чемпионата были осмотрены и проверены на соответствие Регламенту, была измерена выходная мощность на всех диапазонах.

Необходимо отметить дух взаимопомощи и взаимовыручки, царивший на соревнованиях. Друзья-соперники помогали друг другу развернуть позиции, поднять антенны, делились резервными комплектами аппаратуры.



Москвич Артём Дмитриев (RD3ADS) стал лучшим в индивидуальном зачёте в молодёжном первенстве страны.

Двенадцать часов теста пролетели очень быстро. Самое главное, что отмечали участники, — их много звали. Эфир на всех диапазонах был заполнен станциями. И вот уже эфирная часть соревнований закончена. Подготовлены и сданы на флешках судьям отчёты...

Главная спортивная судейская коллегия в составе Алексея Тихонравова (UA1ASA), Сергея Жутяева (RW3BP) и Владимира Фетисова (R3EZ) быстро подвела итоги. Как и в прошлом году, чемпионами России стали краснодарцы. Виталию Конутенко (RA6A) и Николаю Арцивенко (UA7C) вручены медали, дипломы и большой кубок. Второй стала команда Орловской области — Валерий Чикин (R3EA) и Владимир Фетисов (RA3EG), которые подтвердили свой высокий класс. Третьими — москвичи Юрий Хмеленко (RL3FT) и Максим Пустовит (RV3BA).

В честь пятидесятилетия проведения очных чемпионатов по радиосвязи на УКВ все участники чемпионата получили вымпелы. Вручил их участник самого первого очного чемпионата СССР по радиосвязи на УКВ 1963 г. Сергей Жутяев (RW3BP).

Чемпионат ещё не был завершён, но подготовка к чемпионату 2014 г. уже началась. После консультаций оргкомитет принял решение о его проведении в 2014 г. в третий раз здесь же — в Измалковском районе Липецкой области. При этом было решено сделать его финансово независимым. Сделать это будет возможно только, если несколько увеличить стартовый взнос. Тем более, этот взнос оставался неизменным в течение пяти лет.

Второй раз на стадионе в Ельце прошло молодёжное первенство страны по радиосвязи на УКВ. Это — соревнование на маломощных УКВ-радиостанциях. По своему формату оно аналогично большим молодёжным соревнованиям, проводящимся в подмосковном Щёлкове, а до этого — в Белоомуте и Белоозёрском. Соревнования изначально были задуманы в связке с чемпионатом по радиосвязи на УКВ. Планировалось, что взрослые команды — участники чемпионата будут брать с собой ребят, которые и в первенстве участие примут, и на чемпионат посмотрят. Так и случилось. Правда, таких ребят оказалось не очень много, но они были.

В прошлом году в первом первенстве приняли участие девять молодых радиоспортсменов. В этом году — уже четырнадцать ребят и девчат из пяти субъектов Российской Федерации: Ставропольского и Пермского краёв, Брянской и Липецкой областей, а также города Москвы. Торжественное открытие и собственно соревнования проводились на уютном стадионе в Ельце. Флаг соревнований под гимн России поднимал победитель первенства прошлого года — Олег Краснюк из Ставропольского края.

Эфирное время длилось всего сорок минут, но в эти сорок минут страсти бушевали не шуточные, ничем не уступающие тем, что были у взрослых на чемпионате. После окончания проведения радиосвязей участники вышли со стадиона и прошли в компьютерный класс местного отделения ДОСААФ России по г. Ельцу. Там ввели свои отчёты в компьютеры и там же были объявлены результаты.

Победителем первенства впервые стал москвич Артём Дмитриев (RD3ADS). Второе место — у Олега Краснюка из Ставропольского края, а третье — у Льва Семёнова из Пермского края. В командном зачёте с большим отрывом лидировала команда Ставропольского края. На втором месте — Пермский край, а на третьем — хозяева соревнований (команда Липецкой области).

Победителям и призёрам первенства были вручены медали и дипломы.

Следующее молодёжное первенство России по радиосвязи на УКВ, скорее всего, пройдёт также в связке с чемпионатом страны на стадионе в Ельце летом 2014 г.



Антенна для портативной Си-Би радиостанции

Пётр ФАЙН, г. Химки Московской обл.

Изготовление антенны для портативной радиостанции гражданского диапазона (27 МГц) по большому счёту сводится к компромиссу между функциональностью (минимально возможными размерами, достаточной, но не чрезмерной, гибкостью, механической прочностью и т. п.) и её эффективностью. Это противоречивые требования, и решая данную задачу, не стоит забывать, что лучшее — враг хорошего.

Антенны портативных Си-Би радиостанций условно можно разделить на два типа. Первый тип — короткий, 15...40 см штырь, электрически удли-

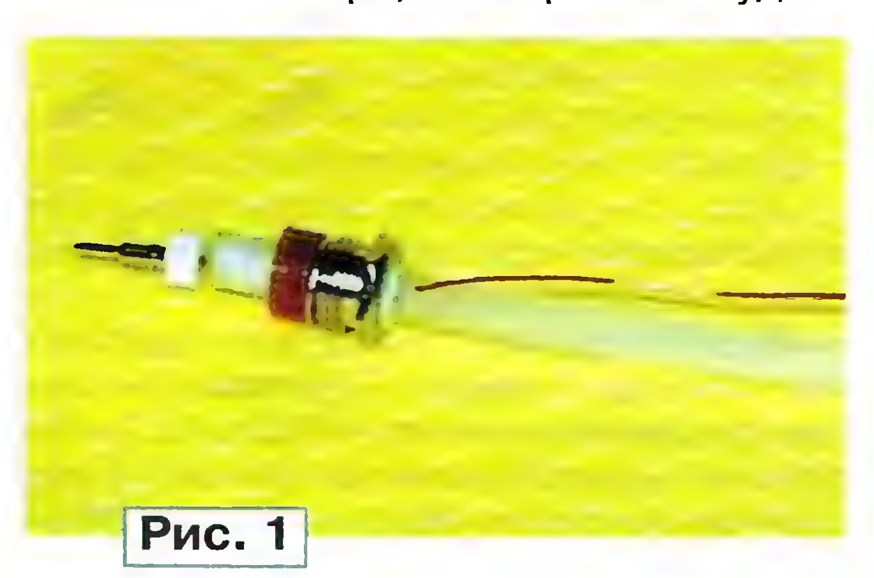


Рис. 1

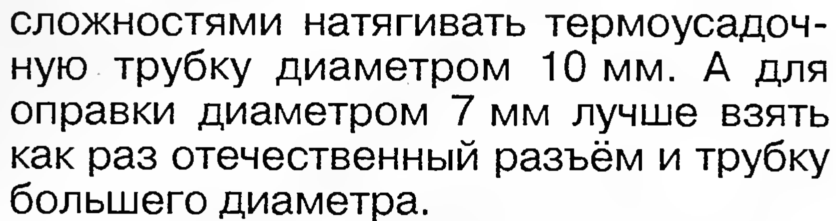
нённый с помощью катушки индуктивности, которая расположена в его основании. Эффективность подобной антенны может быть повышена перемещением удлиняющей катушки от основания ближе к верхнему концу штыря. Однако в этом случае индуктивность катушки должна быть заметно большей по сравнению с той, что устанавливается у основания. И конструктивно это, конечно, неудобно.

Второй тип антенны — так называемая "спиральная", когда катушка распределена по всей длине излучателя и образует собственно антенну.

Штатные антенны радиостанций Dragon SY-101, Dragon SY-101+, Alan 42 и многих других относятся к первому типу. Об их эффективности сказано много нелестного, но заменить их толком не на что. Близкие к спиральным антенны Alan 38 в мизерных количествах ещё остались у кого-то на руках, но найти их сложно. Да и стоит ли искать, если изготовление более эффективной антенны удобного для вас размера не является запредельно сложной задачей?

Конструктивно такая антенна представляет собой антенный разъём (чаще всего BNC), в который механически заделана некая оправка. На неё, в свою очередь, намотана по всей длине катушка.

Если диаметр оправки составляет 4...6 мм, разъёмы следует брать нового образца и под кабель RG 58 (только не обжимные!), поскольку наружный диаметр хвостовика у них небольшой — 11 мм. У отечественных однотипных разъёмов серии СР50 наружный диаметр хвостовика — 13 мм. Они подходят меньше, так как впоследствии на хвостовик разъёма придётся с некоторыми сложностями натягивать термоусадочную трубку диаметром 10 мм. А для оправки диаметром 7 мм лучше взять как раз отечественный разъём и трубку большего диаметра.



Оправка, на которую наматывают провод, должна быть достаточно, но не чрезмерно, упругой и лучше трубчатого сечения. Материал оправки не должен вносить потери на радиочастотах. Здесь трудно дать какие-либо конкретные рекомендации, но это должен быть светлый пластик — чёрный часто содержит краситель (сажу, вызывающую те самые потери).



Рис. 2

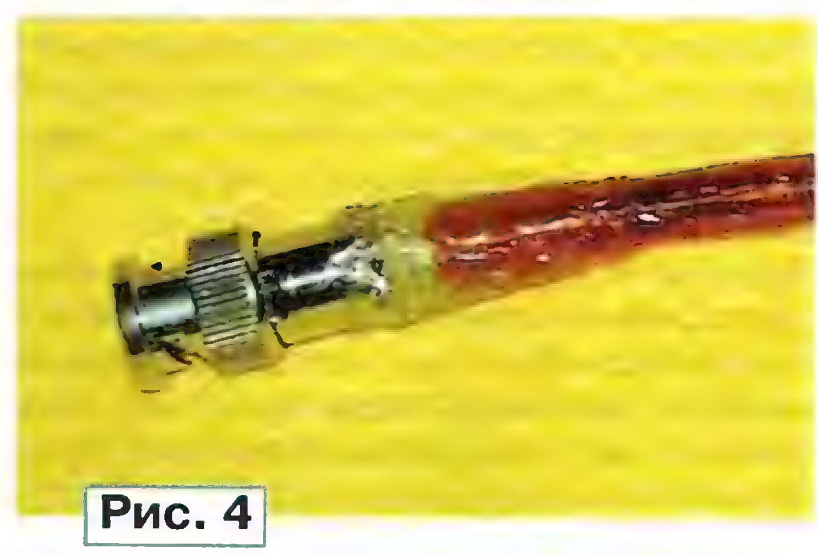


Рис. 4

Например, в качестве оправки часто используют центральный изолятор от кабелей РК50-7-11 или RG213. В этом случае антенна, на мой взгляд, получается чрезмерно жёсткой и тяжёлой. Она значительно нагружает ВЧ-разъём радиостанции, который быстро выйдет из строя.

Очень хорошо под эти задачи подходит топливная трубка для автономных систем подогрева двигателя автомобилей — Webasto или Eberspacher **(http://avtonomki.com/product/trubka-toplivnaja-/)**. Найти её обрезки достаточной длины можно, например, в автосервисах. Она имеет наружный диаметр 5 мм, внутренний — 2 мм, лёгкая и довольно упругая. Наиболее удачные по совокупности характеристик антенны у меня удавались именно на такой оправке.

Итак, в выбранной оправке аккуратно проплавляем или сверлим под углом отверстие так, чтобы провод будущей обмотки вышел с торца оправки посередине, а из её боковой стенки — чуть выше уровня тыльной части разъёма (**рис. 1**). Это позволит при сборке избежать замыкания провода на корпус разъёма и удобнее припаять его конец к центральному контакту разъёма (штырю). Лишние элементы крепления кабеля из разъёма убираем, надеваем на оправку наружную гайку разъёма, протаскиваем в проплавленное отверстие провод будущей обмотки и припаиваем к нему центральный контакт разъёма (штырь).

От прочности этого узла в немалой степени зависит механическая надёжность антенны, поэтому собирать его надо тщательно. Если диаметр оправки меньше диаметра отверстия в гайке разъёма, лучше подмотать в этом месте на оправку нитку (смазанную клеем "Момент") так, чтобы оправка вставлялась с усилием. Подтянув провод, цент-

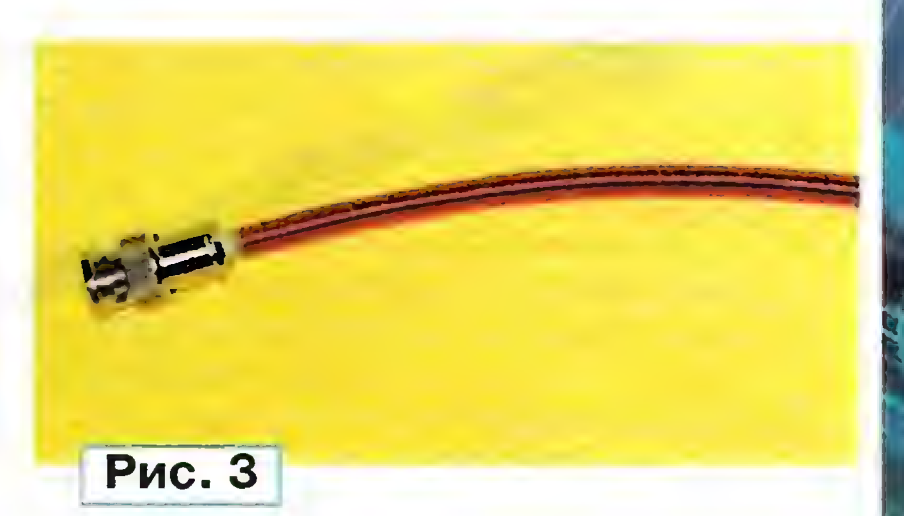


Рис. 3

ральный контакт разъёма размещаем вплотную на торце оправки. Далее стоит на оправку подмотать всё тех же ниток с клеем для того, чтобы полностью занять пустоты внутри разъёма после затяжки гайки (**рис. 2**).

С первого раза объём нитки угадать иногда не получается, так что если гайка разъёма не цепляет резьбу, надо снова разобрать разъём, пока не застыл клей, и отмотать лишнее. Гайку надо затягивать сильно. Если всё сделано правильно, оправка даже на не засохшем клее встаёт "намертво".

Провод для катушки выбираем с наружным диаметром 0,5...0,8 мм. Кроме стандартного обмоточного провода, можно применить монтажный во фторопластовой изоляции указанного наружного диаметра. Длина провода, который следует намотать на оправку, при длине оправки около 30 см изначально составляет около 8,5 м (это с запасом, который отрежется при настройке антенны).

По теории, обмотку на оправку следует мотать с переменным шагом, т. е. располагать витки редко у основания антенны (в предполагаемой пучности тока) и плотно — ближе к её концу. Но в этом случае потребуется либо удлинять оправку, а значит, и увеличивать габариты антенны, либо существенно уменьшать сечение провода обмотки, что приведёт к снижению её эффективности (снова "лучшее — враг хорошего"). Да и рассматривать радиостанцию столь скромных размеров как полноценный противовес не приходится, а значит, не очень понятно, где в системе "антенна—радиостанция—тело оператора" находится пучность тока, в которой витки должны быть реже.

После того как 8,5 м провода намотаны на оправку и конец обмотки закреплён на ней липкой лентой (**рис. 3**), займёмся "облицовкой" антенны для придания ей необходимой защиты от повреждений. Термоусаживаемая трубка является, пожалуй, оптимальным вариантом для внешней обтяжки. Эстетически хороша чёрная. Возможно, я противоречу своим же рекомендациям, данным выше, однако что прибор, что практика показывают её пригодность в этих целях. Потери в чёрной "термоусадке", которой облицована антенна, не слишком превышают потери в случае применения "термоусадок" светлых тонов.

Для придания всей конструкции дополнительной механической прочности воспользуемся термоклеем. В месте выхода оправки из разъёма термоклей наносим так, чтобы он образовал усечённый конус, у которого больший диаметр соответствует диаметру тыльной части разъёма, и плавно сходящий к внешнему диаметру обмотки через 3...4 см (**рис. 4**). Эта мера позволит гармонично распределить изгибающую нагрузку на оправку в точке выхода из разъёма. Обмотку следует покрыть тонким (примерно 1 мм) слоем термоклея по всей длине. Не переживайте, если он ложится неровно, впоследствии это будет исправлено.

Рис. 6

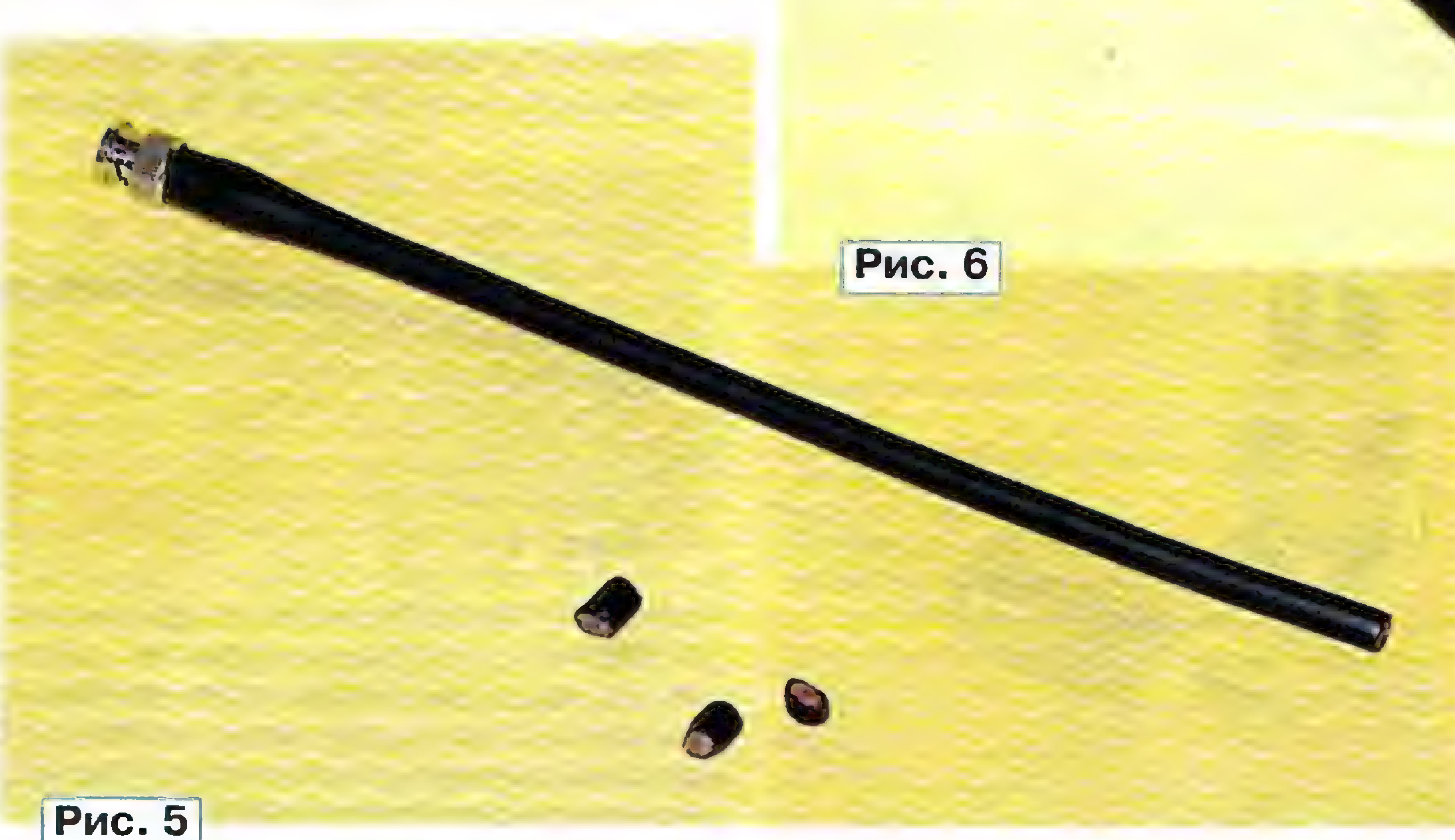


Рис. 5

Вышеописанную процедуру стоит проводить через сутки после сборки разъёма, так как от термоклея он нагреется и клей "Момент", если он ещё не высох, внутри может вскипеть. В принципе, это не страшно, но тогда он вытечет через зазоры изолятора разъёма и попадёт на контактные поверхности.

Когда термоклей остынет, надеваем на всю конструкцию термоусаживаемую трубку. По диаметру она должна вплотную надеваться на разъём (возможно, понадобится в её конец вставить круглогубцы и чуть-чуть растянуть). Скорее всего, конус из термоклея и хвостовик разъёма придётся покрыть клеем "Момент" для смазки, чтобы термоусаживаемая трубка не "сопротивлялась". После этой процедуры следует выждать ещё сутки, прежде чем усаживать трубку, иначе клей вскипит и испортит её.

Далее аккуратно прогреваем "термоусадку" феном по всей длине, поэтапно от разъёма к концу антенны. В процессе прогрева термоклей будет плавиться и принимать правильную форму. Одновременно следует "на горячую" выпрямить всю конструкцию и подвесить её вертикально до полного остывания. Остынув в такой форме, антенна такой и останется. Перед прогревом к нижнему концу антенны следует подвесить груз массой в 100...200 г.

Настройка спиральной антенны не самая простая процедура. Учитывая, что резонанс таких антенн довольно острый, настраивать их с обычным КСВ-метром менее удобно. Для этого лучше использовать анализатор MFJ-269 (MFJ-259), поскольку его корпус близок по электрическим характеристикам к корпусу портативной радиостанции. Если выполнены все рекомендации по размерам оправки и длине провода обмотки, анализатор, скорее всего, изначально покажет резонанс на частотах 23...25 МГц и останется только сместить его в нужную область, отрезая бокорезами куски по 3...5 мм от получившейся антенны (**рис. 5**).

Однако в минимуме КСВ вряд ли будет лучше, чем 2...3. Пусть это вас не смущает. Такова неизбежная плата за простоту изготовления и эффективность. Настраивать нужно стоя в том положении и держа анализатор возле лица так, как будете использовать впоследствии антенну на радиостанции.

С КСВ-метром проблем с настройкой гораздо больше. Впрочем, задача тоже вполне решаема. Кабель от "портативки" до КСВ-метра должен быть длиной не более 30 см. Корпус КСВ-метра соединяем с корпусом антенного разъёма радиостанции коротким (60 мм, пожалуй, максимум) толстым проводом. Затем устанавливаем частоту радиостанции ниже той, на которую настраиваем антенну, и, повторяя замеры, так же отрезаем от антенны куски по 3...5 мм, пока стрелка прибора не уйдёт от положения "бесконечность" в приемлемую зону и снова не начнёт подниматься. Затем надо уйти на рабочую частоту и настроить антенну на неё, соблюдая аккуратность при обрезке. Помните, что КСВ=1 вы не добьётесь, и настройка сведётся к поиску минимума КСВ и подгонке его под нужную вам частоту.

И наконец, последняя операция — герметизация обрезанного конца антенны. Лучше всего для этого подходят защитные колпачки с концов бухт кабеля внешним диаметром, близким, но не превышающим диаметр получившейся антенны. Колпачки приклеивают клеем "Момент". Также для этого подойдут пластиковые заглушки резьбовой части болтов, имеющиеся в продаже во многих автомагазинах.

Показанная на фотографии (**рис. 6**) антенна имеет длину 270 мм и диаметр 7...7,5 мм. Лёгкая, гибкая и прочная она выполнена по описанной технологии проводом ПЭВ-2 0,5 на оправке диаметром 5 мм. По мнению автора, такая антенна имеет оптимальное соотношение "удобство эксплуатации/эффективность".

Субъективно подобная антенна даёт прибавку уровня сигнала по сравнению с штатной "спиралкой" Alan 38 не менее одного балла. Полагаю, что штатному "крысиному хвосту" радиостанций Dragon SY 101+ и Alan 42 она даст прибавку более полутора баллов.

Передающая антенна диапазона 136 кГц

Александр КУДРЯВЦЕВ (RN3AUS), г. Москва

Выбор конструкции передающей антенны целиком определяется местными условиями. В [1] подробно описаны возможные варианты таких антенн и порядок расчёта их параметров.

Очевидно, что размеры любой доступной радиолюбителю антенны много меньше длины волны, а её входное сопротивление будет носить ёмкостный характер. Эту ёмкость определяют по простой формуле: каждый метр длины провода антенны имеет ёмкость 6 пФ в её вертикальной части и 5 пФ — в горизонтальной. Так, например, у автора установлена Г-образная антенна с длиной вертикальной части 15 м и горизонтальной 25 м. Общая длина — 40 м. Следовательно, ёмкость антенны будет равна (15 × 6)+(25 × 5) = 215 пФ. Для настройки в резонанс потребуется удлиняющая катушка индуктивностью L = 1370/C = 6,37 мГн. Здесь C — ёмкость антенны, пФ; коэффициент 1370 получен при подстановке в формулу Томпсона частоты 136 кГц.

Это достаточно серьёзная катушка, от качества изготовления которой во многом зависит эффективность антенной системы. Конечно же, необходимо иметь возможность плавно изменять индуктивность этой катушки для точной настройки в резонанс.

Конструкция такой катушки-вариометра показана на **рис. 1** и **рис. 2**. Для её изготовления потребуются два пластиковых ведра объёмом 12...15 л и диаметром 25...27 см, небольшой пластиковый двухлитровый бидон и 170 м провода сечением 1...1,5 мм^2 в пластиковой изоляции. Кроме того, четыре винтовые клеммы, две шпильки длиной 100...150 мм с резьбой М8 или М10 и восемь соответствующих гаек.



Рис. 1



Рис. 2

На одном из вёдер наматывают в один слой витком к витку постоянную часть катушки. Число витков определяется диаметром провода по изоляции и размерами ведра. В моём случае получилось 110 витков. Обычное ведро имеет форму усечённого конуса, суживаясь к донышку, и чтобы витки не соскальзывали, намотку начинают с более узкой части ведра. Предварительно просверлив по ходу намотки первого витка несколько пар отверстий, пропускают сквозь них провод, чтобы надёжно зафиксировать его положение. Дальнейшую намотку выполняют с натягом. Последний виток, у верхнего края ведра, также пропускают через несколько аналогичных отверстий. Конструкция получается очень надёжной и аккуратной, витки не сползают и не болтаются, и нет необходимости дополнительно их фиксировать. В начале и конце обмотки устанавливают винтовые клеммы, к которым изнутри припаивают выводы катушки.

Изготовление вариометра начинают с внутренней подвижной катушки. Для этого у пластмассового бидона аккуратно отрезают горловину и донышко. Полученный цилиндр высотой 20 и диаметром 15 см будет иметь диагональ, равную 25 см, что позволит ему свободно вращаться внутри основной катушки диаметром 27 см. В середине боковой поверхности цилиндра сверлят два диаметрально противоположных отверстия для оси. Берут второе ведро и, отступив от его верхнего края 15 см, сверлят два таких же диаметрально противоположных отверстия. Через них нужно будет пропустить две резьбовые шпильки, и таким образом, малая катушка окажется установленной на оси внутри большой. Но сначала выполняют намотку катушек описанным выше способом, оставляя, однако, свободной от намотки ту часть каркаса, где проходит ось. Выводы обмотки подвижной катушки (она содержит 80 витков) соединяют гибким многожильным проводом в прочной изоляции последовательно с наружной обмоткой (100 витков). Должно обеспечиваться свободное вращение подвижной катушки в пределах одного полного оборота. Навинтив на ось гайки, регулируют их затяжку так, чтобы не было никаких люфтов при вращении вариометра и, в то же время, чтобы вращение не было бы слишком "тугим". Можно дополнительно установить шайбу с фетровой прокладкой. На ось вариометра надевают диэлектрическую ручку, желательно большого диаметра, что облегчает настройку в резонанс.

Вариометр предлагаемой конструкции обеспечивает перестройку в пределах примерно 1...3 мГн, а вместе с постоянной катушкой — от 5 до 7 мГн, что вполне достаточно для большинства возможных вариантов антенн.

Корпус передатчика заземляют. Удлиняющую катушку подключают к его выходу либо непосредственно, либо с помощью коаксиального кабеля (**рис. 3**). В последнем варианте следует установить согласующий трансформатор на ферритовом магнитопроводе, как у выходного трансформатора усилителя [2]. Первичная обмотка содержит десять витков провода ПГВА сечением 1 мм^2, число витков вторичной обмотки нужно подбирать в зависимости от сопротивления антенны. Лучший вариант — намотать 30 витков с отводами, например, через каждые 2—3 витка.

Переключатель SA3 усилителя устанавливают в положение минимальной мощности. Здесь и далее приведены позиционные обо-

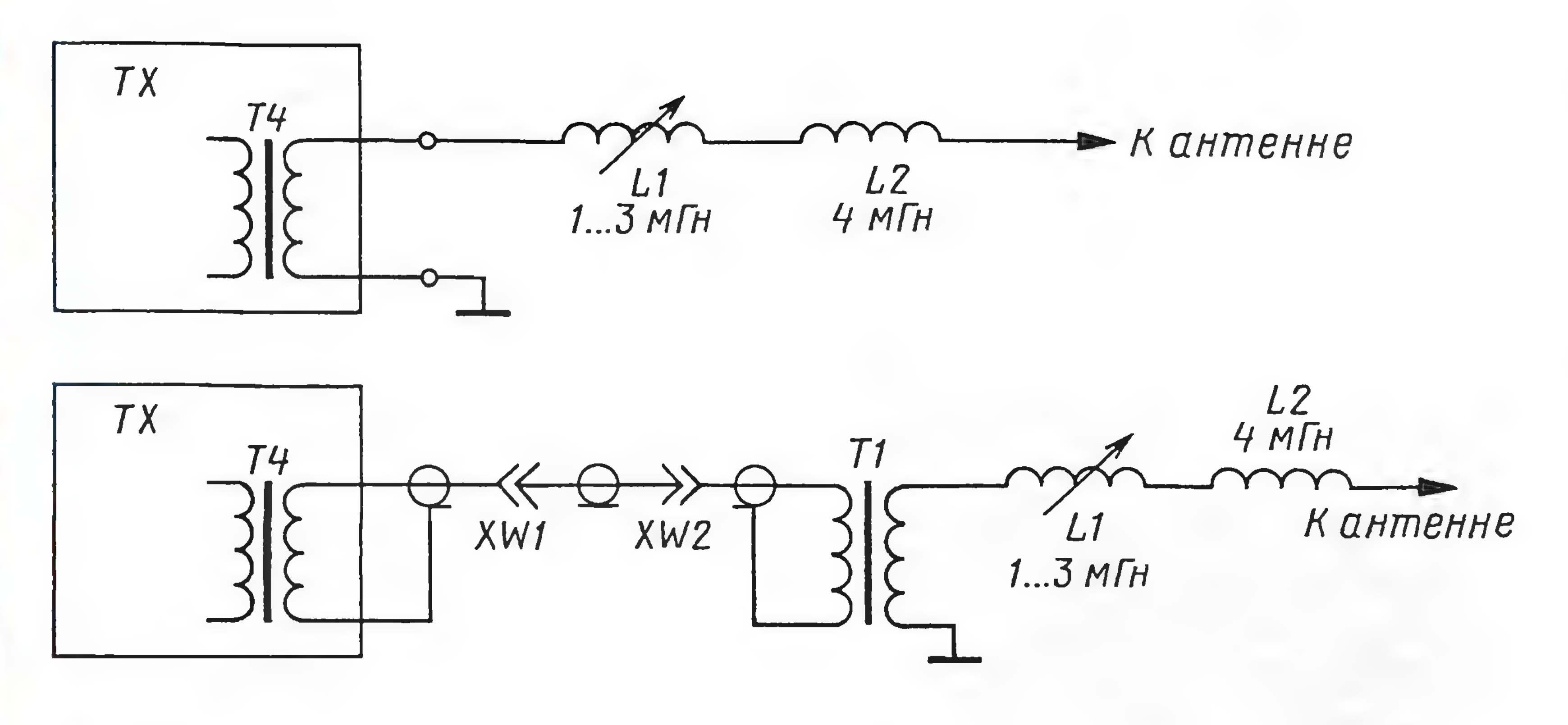


Рис. 3

значения элементов усилителя мощности, описанного в [2]. Включают усилитель и подают сигнал возбуждения. Вращая вариометр, находят положение, при котором ток в антенне максимальный. Настройка получается довольно острой. В качестве индикатора резонанса очень удобно использовать неоновую лампу. Держа её одной рукой за стеклянный баллон, лампу приближают к вариометру на расстояние, при котором она начинает светиться. Второй рукой медленно вращают ручку вариометра. Положению резонанса соответствует наибольшая яркость свечения лампы при её максимальном удалении от вариометра.

О мощности передатчика судят по показаниям амперметра PA1. Если есть запас, переводят переключатель SA3 в следующее положение и повторяют настройку. Во время настройки не касайтесь заземлённых или массивных металлических предметов — вас может неприятно "ущипнуть" наведённым напряжением!

Нужно помнить, что на удлиняющей катушке и полотне антенны при мощности 100 Вт может развиваться напряжение до нескольких десятков киловольт, поэтому следует проявлять большую осторожность. Элементы антенны и особенно место её ввода в помещение должны быть выполнены с применением хороших изоляторов. В противном случае неизбежны коронные и дуговые высокочастотные разряды с полотна антенны на близко расположенные (в нескольких сантиметрах) проводящие предметы. Пробивное расстояние сухого воздуха примерно равно 30 кВ/см. Антенна не должна иметь контакта с ветвями и листвой деревьев. Крепить антенну к оттяжкам следует исключительно с помощью керамических изоляторов ("орешков"). На дальнем конце антенны целесообразно выполнить проволочное кольцо-воронку, чтобы исключить возникновение коронного разряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Юрков А.** Любительские передающие ДВ антенны. — Радио, 2002, № 8, с. 64, 65; № 9, с. 65, 66; № 10, с. 68, 69.

2. **Кудрявцев А.** Усилитель мощности диапазона 136 кГц. — Радио, 2013, № 8, с. 60—63.

Управление трансивером FT-897D по USB

Александр ЧЕРНЯК (UA3DDL), г. Луховицы Московской обл.

Я приобрёл трансивер FT-897D и сразу задумался о том, как подключить его к компьютеру. Хотелось, чтобы подключение проводилось единственным кабелем USB, а все дополнительные устройства находились бы внутри трансивера. Идею эту я подсмотрел где-то в Интернете, а её реализация в моём варианте получилась такой, как показано на **рис. 1**.

В трансивере FT-897D есть аккумуляторный отсек, который обычно пустует. Вот я и решил разместить в нём все необходимые "железки". Снял нижнюю крышку трансивера, приклеил к ней две полоски текстолита и на них разместил четырёхпортовый хаб — концентратор USB (1). В левый (по рис. 1) разъём хаба я вставил разъём звуковой платы (2), в правый — миниатюрную "флешку" (3), а в центральный — разъём USB-кабеля (4), второй конец которого распаял на плату интерфейса Unicom-Dual (5). Вход и выход звуковой платы таким же образом с помощью двух небольших кабелей (6 и 7) соединил с платой Unicom-Dual. Разъём хаба, предназначенный для соединения с компьютером, находится на боковой стенке хаба. Для доступа к нему удалена одна из перемычек между прорезями в крышке для вентиляции.

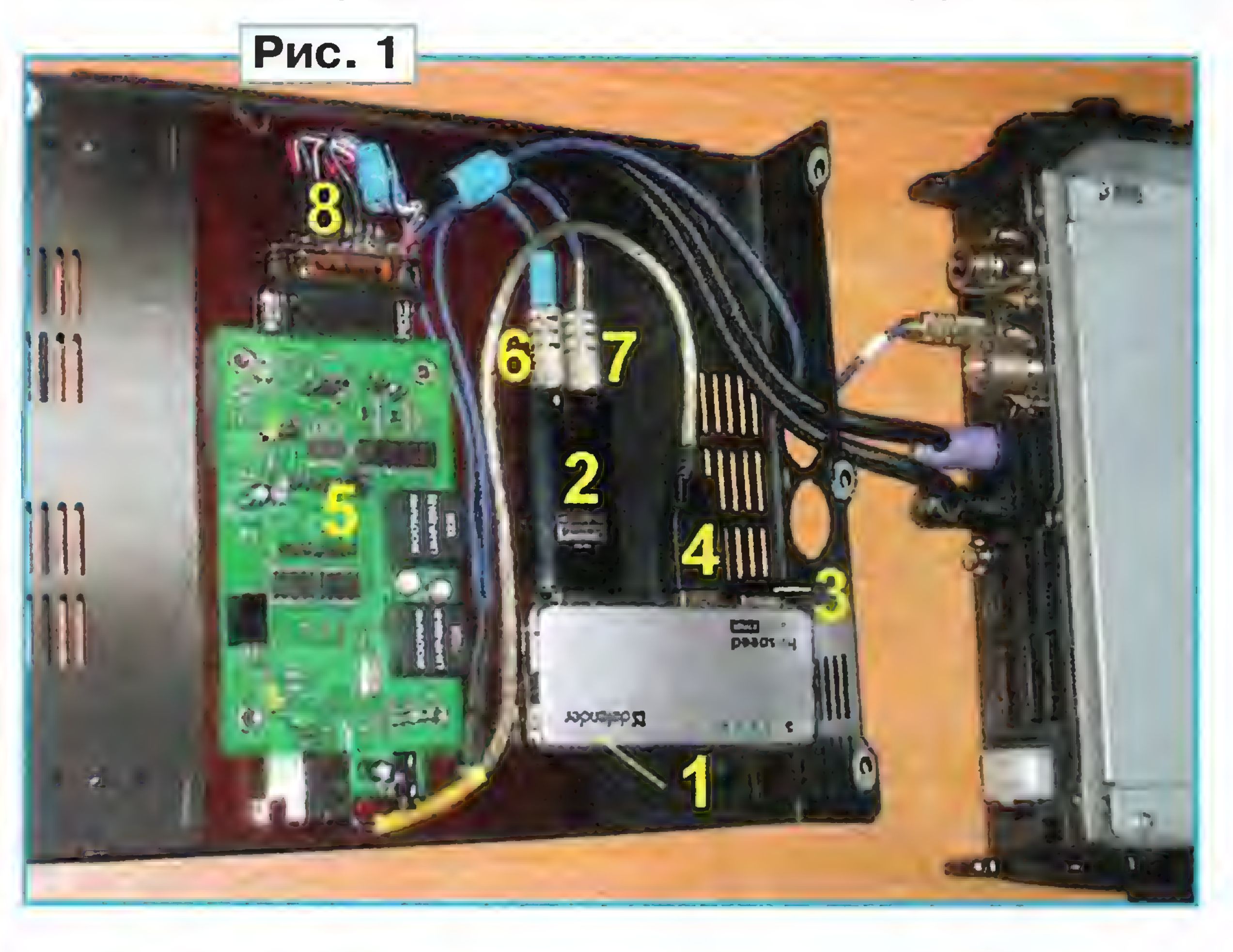


Рис. 1



Рис. 2

С разъёма, предназначенного для подключения Unicom-Dual к трансиверу (8), я снял корпус, поскольку иначе он не помещался в имеющееся свободное место, и короткими кабелями, выведенными наружу через отверстие в крышке аккумуляторного отсека, соединил его с разъёмами трансивера. Вид на заднюю стенку трансивера показан на **рис. 2** (1 — выход на компьютер).

Теперь компьютер, подключённый к трансиверу, "видит" через USB-хаб два COM-порта интерфейса Unicom-Dual, звуковую плату и "флешку", на которой записаны все драйверы, аппаратный журнал, описание трансивера, а также много нужной информации. Это очень удобно при использовании в экспедиции чужого компьютера.

УКВ рамочная антенна из коаксиального кабеля

Игорь ГОНЧАРЕНКО (DL2KQ), г. Бонн, Германия

Рамочные антенны делают иногда из оплётки коаксиального кабеля. Один из вариантов подобной антенны есть во второй части моей книги "Антенны КВ и УКВ". Он имеет не только много плюсов (дешевизна, широкая полоса, быстрота изготовления), но и минус.

Входное сопротивление круглой или квадратной рамки — около 120 Ом, а фидер обычно имеет волновое сопротивление 50 Ом. Вариантов согласования в данном случае всего два. Можно растянуть рамку в узкий прямоугольник с соотношением сторон 1:2. Только при такой форме она имеет входное сопротивление 50 Ом. Однако это решение неудобно с конструктивной точки зрения. А при более привычной и удобной форме рамки (круг, квадрат) для согласования надо применять согласующее устройство. Это тоже не украшает конструкцию из-за необходимости вводить дополнительные элементы.

В статье приведено описание удобного конструктивного варианта выполнения рамки и её согласующего устройства (на входное сопротивление 50 Ом) из одного цельного куска коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом.

Идея заключается в том, чтобы использовать в качестве согласующего устройства λ/4 отрезок коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом, который трансформирует 120 Ом в 50 Ом. А из такого же кабеля сделать и саму рамку антенны.

Получившаяся конструкция показана на **рис. 1**. Антенну делают из куска кабеля 75 Ом (например, RG-59, как на этом рисунке). Длину его выбирают из следующих соображений.

Электрический периметр самой рамки должен быть 1,03...1,05λ — на УКВ требуются повышенные значения коэффициента удлинения из-за большого (относительно длины волны) диаметра проводника рамки. Но в нашем случае он сверху покрыт довольно толстым слоем пластика (внешняя изоляция), который оказывает заметное укорачивающее действие и компенсирует коэффициент удлинения. Поэтому физический периметр рамки из кабеля получается около 1λ.

Небольшие неточности (например, из-за разброса диэлектрической проницаемости изоляции кабеля) не страшны. Полоса пропускания антенны получится большой, и это прощает небольшие погрешности при её изготовлении.

Электрическая длина согласующего отрезка должна быть λ/4. А физическая — в коэффициент укорочения $K_{ук}$ (внутренний, из паспорта кабеля) раз меньше. Полная длина отрезка кабеля равна сумме вышеупомянутых длин. Например, для RG-59, у которого коэффициент укорочения 0,66, полная длина составит 1λ+0,66λ/4=1,165λ.

Рис. 1

Изготавливают эту антенну так. Отрезают кусок коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом — его длина должна быть немного больше рассчитанного выше значения. На его верхнем конце оплётку срезают на длину несколько миллиметров, а центральный проводник оголяют.

От разделанного верхнего конца отступают ровно на одну длину волны, и в этом месте аккуратно вскрывают внешнюю изоляцию кабеля, не повреждая оплётку, так, чтобы её фрагмент был доступен для пайки. В этом месте к оплётке припаивают центральный проводник верхнего конца, и это соединение гидроизолируют (например, термоклеем). Получившейся петле придают форму круга или квадрата.

Нижний конец кабеля подключают либо непосредственно к антенному гнезду трансивера с выходным сопротивлением 50 Ом, либо к основному фидеру с волновым сопротивлением 50 Ом.

По вышеописанному рецепту была изготовлена измерительная антенна на частоту 290 МГц (λ=1,03 м) из отрезка коаксиального кабеля RG-59 длиной 1,2 м (1,165λ). Зависимость КСВ этой антенны от частоты показана на **рис. 2**.

Полоса по уровню КСВ<1,5 получилась 30 МГц. Это означает, что аналогичные антенны с большим запасом по частоте и низким КСВ перекроют целиком любительские диапазоны 144 или 430 МГц.

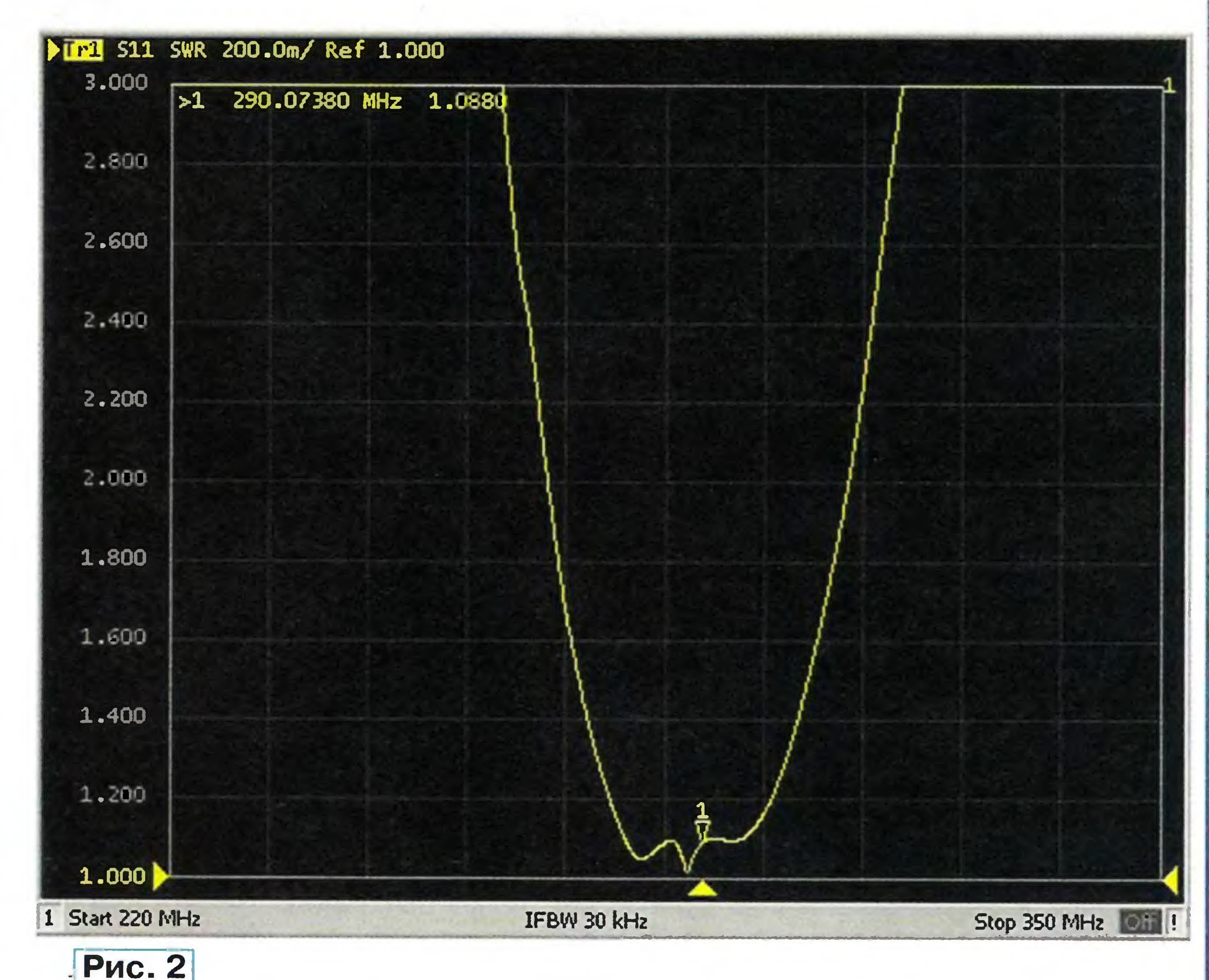


Рис. 2

Изготовление описанных УКВ рамочных антенн (любительские УКВ-диапазоны, Wi-Fi, GPS, PMR и тому подобное) потребует всего полчаса времени и небольшие затраты на приобретение кабеля, разъёма и термоклея.

GW INSTEK

Программируемый источник питания PPH-71503 "4 в 1":

быстродействие + высокое разрешение + точность измерений + нагрузка

В статье представлен прецизионный источник питания PPH-71503 производства GW Instek (Тайвань). Новинка имеет широкую функциональность и высокие технические характеристики, среди которых быстродействие, наличие двух интервалов выходного напряжения и тока, высокая точность их установки, а также режим электронной нагрузки.

Инженеров и разработчиков электронного оборудования заинтересует новый одноканальный программируемый стабилизированный источник питания постоянного тока PPH-71503 с двумя рабочими интервалами 15 В/3 А или 9 В/5 А и выходной мощностью 45 Вт.

Внутренний дизайн и характеристики новинки соответствуют современным требованиям по точности и прецизионности регулировки выходного напряжения. Источник обеспечивает высокое быстродействие: время нарастания выходного напряжения до максимального значения — 0,15 мс, время спада — 0,65 мс, что в сотни раз лучше аналогичных показателей типового источника питания. Кроме того, он характеризуется чрезвычайно малым временем установления — менее 40 мкс (при отклонениях до ±100 мВ).

Аппаратная реализация PPH-71503 содержит ряд новаций и интересных технических решений. Например, предусмотрена возможность эмуляции процессов, протекающих в сети электропитания, для тестирования поведения батареи питания при перепадах напряжения.

Основные особенности источника питания:

- Максимальное разрешение 1 мВ/0,1 мкА (на пределе "5 мА").
- Режим стабилизации напряжения и тока (CV, CC).
- Функция измерения импульсного тока.
- Встроенный вольтметр (0...20 В).
- Четырёхпроводное подключение удалённой нагрузки.
- Защита от перегрузки по напряжению/току/от перегрева (OVP/OCP/OTP), защита от переполюсовки.
- Интерфейсы USB, LAN, GPIB.

Встроенный цифровой вольтметр измеряет напряжение источника непосредственно на подключённой нагрузке. По этой причине PPH-71503 выступает не просто как источник питания, но и позволяет измерять внешнее напряжение в любой точке тестируемого устройства. Функциональные выходы расположены на передней и задней панелях, конструкцией источника предусмотрено подключение удалённой нагрузки по четырёхпроводной схеме (разъёмы +/- Source, +/- Sense).

Функция внутреннего рассеивания мощности ("поглощение" тока до 2 А) может использоваться для тестирования зарядных устройств. В этом случае источник выступает как программируемая электронная нагрузка, что позволяет применять его для имитации поведения батарей питания в процессе эксплуатации без дополнительного оборудования (процесс зарядки аккумуляторов и анализ их разрядки).

Приведём пример: сотовый телефон для поддержания соединения в сети и ведения разговора периодически передаёт и принимает информационные посылки. Решающую роль в оценке переходных процессов энергопотребления таких устройств играет анализ тока нагрузки, измерение в течение относительно длительного периода времени как импульсного, так и среднего его значения. При питании нагрузки PPH-71503



поддерживает возможность измерения импульсов тока с функцией длительного интегрирования (для последующего усреднения). Чтобы исключить неинформационные сигналы, предусмотрена настройка блока измерений с интервалом уровней запуска 0...5 А. Временной интервал установки периода интегрирования — от 33 мкс до 833,333 мс. Число импульсов для усреднения может быть задано от 1 до 100 с шагом в один импульс. Это позволяет количественно оценить потребление тока с учётом выбросов/провалов для получения информации о питании устройства. Цель тестирования источников электропитания — анализ поведения цепей и внутренних блоков, выбор для мобильного устройства подходящего по параметрам и ёмкости аккумулятора (запас по потребляемому току, ресурс непрерывной работы до подзарядки и др.). Максимальный интервал интегрирования — до 63 с. Функция длительного интегрирования при измерении импульсного тока позволяет оценить общую потребляемую мощность в интересующий период времени или устройства в целом. Например, с целью анализа электропитания приёмопередатчика сотового телефона можно измерить мощность, потреблённую от начала до конца соединения (посылка вызова, синхронизация, разговор, отключение).

Новинка имеет внутренние алгоритмы реагирования на изменение выходных параметров и функциональных состояний. Так при превышении значения предельного тока нагрузки доступен выбор одного из состояний: ограничение или отключение. В меню "Ограничение" источник автоматически переключится в режим стабилизации тока (CC) для поддержания его постоянства. При выборе в аналогичной ситуации меню "Отключение" напряжение на выходе источника будет автоматически выключено. Таким образом, сигнал управления может быть использован для контроля исследуемого оборудования — с помощью контактов исполнительного реле организовано реагирование внешних устройств с различным приоритетом состояния. Для записи и вызова системных установок имеется внутренняя память (шесть ячеек профилей), в том числе с параметрами статуса, определяющими включение функционального выхода.

Программирование и управление осуществляются с помощью штатных интерфейсов USBCDC (Communications Device class), LAN и GPIB. При этом обеспечивается изменение выходного напряжения и тока нагрузки, измерение напряжения, измерение импульсного тока с длительным периодом интегрирования. Управляющая программа позволяет отображать график выходного напряжения и тока, а также задать программу работы источника из двадцати шагов. Минимальная длительность каждого шага профиля тестирования — 1 мс.

Новинка имеет пятиразрядный цветной графический индикатор "вольтметр/амперметр", и при установке предела по току "5 А" источник обеспечивает разрешение 0,1 мА. Это актуально для таких приложений, как тест мобильного устройства, работающего в режиме покоя ("сна") или готовности к работе (в моменты минимального потребления тока).

Преимущества источника позволяют широко использовать его на тех ответственных участках, на которых необходимы прецизионность питания и высокое быстродействие в сочетании с высокоточными измерениями. По совокупности характеристик и функциональности PPH-71503 является оптимальным средством электропитания в лабораториях НИОКР, отделах выходного контроля, на производственных линиях и в сервисных центрах.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте <www.prist.ru>. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail <info@prist.com>.

НТТМ-2013

(см. статью на с. 47)

XIII ВСЕРОССИЙСКАЯ ВЫСТАВКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА МОЛОДЕЖИ
25–28 ИЮНЯ 2013

Школьники Кирилл Плявин и Павел Новокрещенский держат в руках свои роботизированные детища.







Курсант Олег Роговенко и разработанное им устройство. Наблюдать электрическую дугу, воспроизводящую музыку было действительно необычно.



Настя Морозова за исполнением музыкального произведения в прямом эфире радиостанции "Зелёный глаз".

Александр Моисеев и Григорий Юрьев предлагали посетителям выставки пройти тест на пригодность к работе операторами технических систем.



Робот так и рвётся из рук Фёдора Чихалина, чтобы объехать все уголки павильона выставки!





Борис Колегаев увлечённо рассказывает посетителям о возможностях и технических характеристиках своего внедрённого в производство прибора.



Викентий Чуйков даёт последние "наставления" своему шагающему "другу".

Доступно Достойно Достоверно

Осциллографы-мультиметры

АКИП-4125/1, АКИП-4125/2, АКИП-4125/3, АКИП-4125/4
АКИП-4128/1, АКИП-4128/2

- 2-канальные
- Цифровой осциллограф, мультиметр, TrendPlot, регистратор
- Полосы пропускания: 60, 100, 150, 200 МГц
- Дискретизация до 1 ГГц
- Максимальная длина памяти 1 МБ/канал
- Автоматические измерения
- Цифровые фильтры
- Автономное батарейное питание

АКИП-4128
НОВИНКА
ИЗОЛИРОВАННЫЕ КАНАЛЫ

АКИП-4125
НОВИНКА
ДОСТУПНАЯ ЦЕНА



Современные средства измерений





prist@prist.ru; **www.prist.ru**

119071, **г. Москва,** 2-й Донской пр., д. 10, стр. 4
тел.: (495) 777-5591; факс: (495) 640-3023
196084, **г. Санкт-Петербург,**
ул. Цветочная, 18, лит. В, офис 202
тел./факс: (812) 677 7508